

Tendinopathie: Ist das die neue Lösung?

Isometrisches und isotonisches Training im Vergleich zu exzentrischem und Heavy Slow Resistance Training. Wie wirksam sind diese Trainingsprogramme, um die Schmerzen eines Athleten mit einer Tendinopathie der Achilles- oder Patellasehne zu senken und um die Funktion zu verbessern?

Dubs, Ursina
17-667-908

Walther, Tim
17-668-583

Departement: Gesundheit
Institut für Physiotherapie
Studienjahr: PT17

Eingereicht am: 15.04.2020

Begleitende Lehrperson: Prof. Dr. phil. Hannu Luomajoki

**Bachelorarbeit
Physiotherapie**

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	3
1.1 Eingrenzung der Themenwahl.....	4
1.2 Zielsetzung.....	5
1.3 Fragestellung	5
2. Theoretischer Hintergrund	6
2.1 Sehnenaufbau	6
2.1.1 Form.....	6
2.1.2 Aufbau.....	6
2.1.3 Zellen.....	7
2.1.4 Matrix.....	8
2.1.5 Grundsubstanz.....	9
2.1.6 Durchblutung.....	10
2.1.7 Innervation	11
2.1.8 Degeneration/Immobilisation	11
2.2 Trainingseffekte	11
2.3 Funktion der Sehne.....	12
2.4 Tendinitis/ Tendinopathie.....	13
2.4.1 Diagnostik:	13
2.4.2 Begriff Erklärung.....	14
2.4.3 Risikofaktoren	15
2.4.4 Entstehungsmechanismus.....	15
2.5 Behandlungsansätze.....	19
2.6 Schmerz.....	19
3. Methode	21
3.1 Vorgehen der Literaturrecherche	21
3.2 Selektionsprozesse.....	22
3.2.1 Selektionsprozess I	22
3.2.2 Selektionsprozess II.....	23
3.3 Auswahl der Hauptstudien.....	24
3.4 Analyseinstrumente.....	25
4. Resultate	26
4.1 Hauptstudien	26
4.2 Zusammenfassung der Studien	27
4.2.1 Isometric exercise induces analgesia and reduces inhibition in patellar tendinopathy (Rio, Kidgell, Purdam, Gaida, Moseley, Pearce & Cook, 2015)	27

4.2.2 Eccentric decline squat protocol offers superior results at 12 months compared with traditional eccentric protocol for patellar tendinopathy in volleyball players (Young et al., 2005).....	31
4.2.3 Isometric Contractions Are More Analgesic Than Isotonic Contractions for Patellar Tendon Pain: An In-Season Randomized Clinical Trial (Rio, van Ark, Docking, Moseley, Kidgell, Gaida, van den Akker-Scheek, Zwerver, & Cook, 2017)	33
4.2.4 Corticosteroid injections, eccentric decline squat training an heavy slow resistance training in patellar tendinopathy (Kongsgaard, Kovanen, Asgaard, Doessing, Hansen, Laursen, Kaldau, Kjaer & Magnusson, 2009).....	37
4.2.5 Do isometric and isotonic exercise programs reduce pain in athletes with patellar tendinopathy in-season? A randomised clinical trial (van Ark, Cook, Docking, Zwerver, Gaida, van den Akker-Scheek & Rio, 2016).....	41
4.2.6 Heavy Slow Resistance Versus Eccentric Training as Treatment for Achilles Tendinopathy (Beyer, Kongsgaard, Kjaer, Ohlenschlaeger, Kjaer & Magnusson, 2015).....	44
4.3 Bewertung anhand der PEDro-Skala.....	48
5. Diskussion.....	49
5.1 Ziele	49
5.2 Population	50
5.2.1 Ein- und Ausschlusskriterien.....	51
5.2.2 Rekrutierung.....	52
5.3 Messinstrumente/Variablen	53
5.4 Intervention.....	55
5.5 Blinding	57
5.6 Follow-Up Zeiten	57
5.7 Resultate	58
5.8 Limitationen	60
5.9 Praxistransfer.....	61
6. Schlussfolgerung.....	63
6.1 Beantwortung der Fragestellung	63
6.2 Limitationen dieser Arbeit.....	63
6.3 Weiterführende Fragen und Aussichten	63
6.4 Praxistransfer.....	64
(I) Verzeichnisse	65
Literaturverzeichnis	65
Tabellenverzeichnis	70
Abkürzungsverzeichnis.....	71

(II) Deklaration der Wortzahl.....	71
(III) Danksagung.....	72
(IV) Eigenständigkeitserklärung.....	72
Anhang	73
Literaturrecherche.....	73
AICA.....	75
PEDro-Skala.....	84
Trainingsprogramm Tendinopathie	87

Abstract - Deutsch

Darstellung des Themas: Tendinopathie ist eine Pathologie, welche man besonders oft bei Achilles- und Patellasehnen von Athleten antrifft. Es gibt mittlerweile diverse Therapiemöglichkeiten, welche von konservativ, über Eigenbluttherapie bis zu einer Operation reichen.

Ziel: Das Ziel dieser Arbeit ist es, die Trainingsformen isometrisch, isotonisch, Heavy Slow Resistance und exzentrisch miteinander zu vergleichen und zu evaluieren, welches Trainingsprogramm das beste Ergebnis bei Athleten mit einer Patellasehnen- oder Achillessehnen-Tendinopathie liefert. Es wird der Schmerz sowie die Funktion beurteilt, dazu wurden die NRS/VAS für Schmerz und der Victorian Institute of Sport Assessment (VISA) Fragebogen für die Funktion verwendet.

Methode: In den Datenbanken Medline, CINAHL und PubMed wurde nach geeigneten Studien gesucht. Die gesichteten Studien wurden mittels der AICA-Tabelle zusammengefasst und anhand der PEDro-Skala auf ihre Validität überprüft.

Relevante Ergebnisse: Insgesamt wurden sechs Studien gesichtet, welche die Ein- und Ausschlusskriterien erfüllten. Bei allen Studien haben die untersuchten Trainingsprogramme signifikante Verbesserungen im Bezug auf Schmerz und Funktion erzielen können. Zwischen den einzelnen Interventionsgruppen konnten keine signifikanten Unterschiede ausgemacht werden.

Schlussfolgerung: Der Forschungsbedarf bezüglich dieses Themas ist noch immer sehr hoch, weshalb die Ergebnisse kritisch betrachtet werden sollen. Es bedarf noch weiteren Studien mit grösseren Stichproben, um eine geeignete Behandlungsform zu erforschen. Dem zugrunde liegt eine bessere Erforschung der Ursache der Pathologie, um das Krankheitsverständnis zu fördern.

Keywords: tendinopathy, patellar tendon, achilles tendon, isometric training, heavy slow resistance training , isotonic, single leg decline squat, pain, VISA

Abstract - English

Background: Tendinopathy is a pathology, often seen on the Achilles tendon and Patellar tendon of athletes. Currently there are many possible ways to treat it, there are conservative treatments, autologous blood therapies and even surgeries.

Objectives: The aim of this thesis is to compare isometric, isotonic, heavy slow resistance and eccentric treatment programs to evaluate which is most the effective in athletes with Patellar or Achilles tendinopathy. These treatment programs will be evaluated based on their effects on pain and function; NRS/VAS for pain and the Victorian Institute of Sport Assessment's (VISA) questionnaire for function.

Method: To find suitable studies the databases CINAHL, Medline and PubMed were used. For analysing the studies, that were found, AICA was used. For the validity the PEDro-scale.

Main Results: Six studies were found that passed the inclusion and exclusion criteria. The treatment programs, of all six studies, showed significant improvements in pain and function. There were no significant differences between the various treatment programs in comparison to one another.

Conclusion: There is still a lot of research needed on this topic. There is a need for studies with more subjects, and for studies that aim to understand the causes of the pathology. Due to the limited studies available for review, the results of this thesis should be looked at critically.

Keywords: tendinopathy, patellar tendon, achilles tendon, isometric training, heavy slow resistance training, isotonic, single leg decline squat, pain, VISA

1. Einleitung

Wurde für die Behandlung einer Tendinopathie nun die geeignete Lösung gefunden? Diese Frage kam auf, als die Sehnenforscherin Jill Cook ein aktuelles Podcast veröffentlichte zu diesem Thema. Laut den neusten Studien der letzten Jahre sollen das isometrische und das Heavy Slow Resistance Training Potential in der Schmerzlinderung und der Funktionsverbesserung bei einer Tendinopathie zeigen (Lim & Wong, 2018). Laut Lim & Wong (2018, zit. nach Kongsgaard et al., 2010, Rio et al., 2015, Rio et al., 2016, Romero-Rodriguez, Gual & Tesch, 2011, van Ark et al. 2016) sollen sich isometrische Übung gerade für eine kurzfristige Schmerzlinderung während der Wettkampf-Saison gut eignen. Doch bringt das isometrische oder isotonische Training tatsächlich eine Verbesserung der Schmerzproblematik bei Patella- und Achillessehnen Tendinopathien von Sportlern? Genau dies soll anhand dieser Arbeit beantwortet werden.

Zahlen der letzten Jahre zeigen einen Anstieg chronischer Sehnenbeschwerden bei Athleten unterschiedlicher Sportarten, wie auch bei Personen mit körperlicher Belastung am Arbeitsplatz (Cassel et al., 2015). Folgen daraus sind in erster Linie Einschränkungen der sportlichen Belastbarkeit beziehungsweise der Arbeitsfähigkeit (Cassel et al., 2015). Die meisten Untersuchungen zu diesem Thema wurden an der Patella- und der Achillessehne durchgeführt, welche je nach sportlicher Belastung die häufigste Lokalisation von Sehnenpathologien darstellen (Cassel et al., 2015). Die Heilung ist jedoch stets unterschiedlich, einige Sehnen heilen mit Hilfe einfacher Interventionen und einige sind resistent gegen alle Arten von Therapien (Cook & Purdam, 2009). Daher ist eine gezielte Auswahl der Interventionen wichtig.

Bei etwa einem Drittel aller Athleten, welche an einer Patella-Tendinopathie leiden, war es nicht möglich innerhalb von sechs Monaten wieder zum Sport zurückzukehren (Cook et al., 1997). Kettunen, Kvist, Alanen & Kujala (2002) berichten weiter, dass jeder zweite Athlet mit einer Patella-Tendinopathie die sportliche Karriere beenden musste. Dies sind nur zwei Zahlen bezüglich dem Einfluss einer Patella-Tendinopathie auf die sportliche Leistung von Athleten. Aber schon aus diesen zwei Zahlen wird sichtbar, wie beeinträchtigend dieses Krankheitsbild auf die sportliche

Leistung sein kann. Betroffen sind meist jüngere Athleten im Alter zwischen 15 bis 30 Jahren und vorwiegend Männer (Malliaras, Cook, Purdam, & Rio, 2015). Besonders verbreitet ist die Patella-Tendinopathie bei Sportarten wie Basketball, Volleyball, Tennis oder Fussball, da die Sehne hier wiederholt stark belastet wird (Malliaras et al., 2015).

Man fragt sich hierbei, was kann man bei der Diagnose Tendinopathie tun? Der grosse Zeitaufwand für die Wiederherstellung einer optimalen Funktion und das Management der Tendinopathie während einer Wettkampfsaison bietet schwere Voraussetzungen für eine gute Genesung der Sehne bei Athleten (Cardoso et al., 2019). Dazu kommt, dass es bisher noch keine einheitliche Meinung bezüglich der Pathologie der Tendinopathie gibt, und der Zusammenhang zwischen der Pathologie, dem Schmerz und der Funktion noch immer nicht ganzheitlich erklärt werden kann (Cardoso et al., 2019). Diese Wissenslücke erschwert natürlich die Auswahl der geeigneten Intervention.

1.1 Eingrenzung der Themenwahl

Bei der Entwicklung der Fragestellung wurde bewusst, dass die Tendinopathie ein schon über längere Zeit gut erforschtes Thema darstellt. Dass jedoch bis heute noch kein eindeutiger Behandlungsansatz besteht, zeigt, dass weiteres Forschungspotenzial besteht. Das exzentrische Trainingsprogramm dominierte die Rehabilitation der Tendinopathie in den letzten 20 Jahren. Anhand neuer Studien der letzten Jahre wurde aber klar, dass das exzentrische Training alleine nur eine limitierte Evidenz aufweist (Cardoso et al., 2019). Genau diese neu veröffentlichten Studien weckten das Interesse, weshalb der Fokus dieser Arbeit auf die neu erforschten Trainingsformen wie Heavy Slow Resistance (HSR), sowie Isometrie und Isotonie gelegt wird. Um einen Vergleich aufzustellen wurde die exzentrische Trainingsform anhand des EDS noch dazu genommen. Die genaue Entwicklung der Fragestellung wird in Kapitel 1.3 noch genauer erläutert.

1.2 Zielsetzung

Das Ziel dieser Arbeit ist es, einen Überblick über die drei Trainingsformen Isometrie/Isotonisch, exzentrisches Training und Heavy Slow Resistance zu erlangen.

Hierbei soll vor allem das isometrische und isotonische Training und dessen Effektivität genau analysiert werden, um dessen Einfluss auf die Sehnenfunktion und das Schmerzverhalten von Athleten mit einer Tendinopathie beurteilen zu können. Betrachtet werden bei dieser Arbeit die Tendinopathien der Achilles- und der Patella-sehne. Verglichen wird das isometrische und isotonische Training mit dem exzentrischen, und dem Heavy Slow Resistance. Diese Ziele sollen anhand der Fragestellung, welche im Kapitel 1.3 formuliert ist, erreicht werden.

1.3 Fragestellung

Aus der Zielsetzung hervorgehend ergibt sich somit folgende Fragestellung: „Isometrisches und isotonisches Training im Vergleich zu exzentrischem und Heavy Slow Resistance. Wie wirksam sind diese Trainingsprogramme, um die Schmerzen eines Athleten mit einer Tendinopathie der Achilles- oder Patellasehne zu senken, und um die Funktion zu verbessern?“.

Hierbei wird der Schwerpunkt vor allem auf das isometrische und isotonische Training gesetzt. Die Isometrie ist die aktuellste erforschte Trainingsform und bietet daher am meisten neue Informationen für den Praxistransfer an. Die Gegenüberstellung mit bereits bekannten Trainingsformen soll jedoch helfen, den Fokus nicht zu sehr auf eine Lösung setzen, sondern alle Optionen genau zu betrachten.

2. Theoretischer Hintergrund

Im Theorieteil geht es darum den Aufbau und die Funktion der Sehne zu verstehen. Dazu wird die Pathologie der Tendinopathie erläutert, inklusive Diagnostik, Risikofaktoren, Entstehung und Auswirkungen. Weiter werden noch die Trainingseffekte, sowie die Behandlungsansätze erklärt.

2.1 Sehnenaufbau

2.1.1 Form

Sehnen sind in ihrer Form meist seilförmig, es gibt sie jedoch auch in flacher und breiter Form zum Beispiel der M. tensor fasciae latae (van den Berg, 2016). Es gibt ausserdem Muskeln, die praktisch keine Sehne aufweisen, diese sind mit dem umliegenden Bindegewebe und Knochen verwachsen (van den Berg, 2016).

2.1.2 Aufbau

Der Aufbau einer Sehne kann sich je nach Körperstelle unterscheiden, dies ist abhängig von der Belastung, welcher die Sehne ausgesetzt ist. Bewegt die Sehne gegen ein anderes Gewebe, meistens Knochen, so bildet sich oft eine Sehnenscheide (Vagina tendinis), diese Sehnenscheiden trifft man oft im Bereich des Handgelenks und des Fusses an (van den Berg, 2016).

Wird die Sehne um einen Knochen gelenkt, bildet sich an dieser Stelle ein Knorpelbereich. Dort findet man aufgrund der schlechten Durchblutung Chondroblasten anstelle von Tenoblasten (van den Berg, 2016). Der Hauptanteil der Sehne besteht aus Kollagen Typ 1, welches man in allen Geweben findet, die unter Zugbelastung stehen (van den Berg, 2016). Die Kollagenfasern sind parallel angelegt und verlaufen zwischen Knochen und Muskelbauch.

Sie sind jedoch nicht ganz grade angeordnet, sondern haben einen leicht wellenförmigen Verlauf, ausserdem sind einige Fasern spiralförmig angeordnet (van den Berg, 2016).

Aufgrund dieser Bauweise kann die Sehne auftretende Belastungen besser bewältigen (van den Berg 2016). Dazu mehr im Funktionsteil. Wenn man nun den mikroskopischen Aufbau der Sehne betrachtet, stellt man folgendes fest: Spiralförmige

Fibrillen werden durch kollagene Fasern von 10-500 nm Durchmesser gebildet. Diese Fibrillen wiederum bestehen aus spiralförmigen kollagenen Mikrofibrillen (van den Berg, 2016). Der Durchmesser dieser Mikrofibrillen ist von Faktoren wie Alter und Belastung abhängig, bei jüngeren Menschen sind sie beispielsweise dünner (Riley, 2004). Nun werden aus diesen Fibrillen Bündel gebildet. Dazu werden mehrere Fibrillen zusammengefasst und von einer Bindegewebsschicht umhüllt. In dieser verlaufen Nerven sowie Blut- und Lymphgefässe (van den Berg, 2016). Die Bündel, die auf diese Art entstehen, werden Faszikel genannt, die Bindegewebsschicht, die sie umgibt ist das Endotenon (van den Berg, 2016). Wie bei den Fibrillen werden mehrere Faszikel durch eine Bindegewebsschicht, in der ebenfalls Nerven und Gefässe verlaufen, zusammengefasst. Diese wird Peritenon internis genannt (van den Berg, 2016). Es folgt das Peritenon externis, auch hier findet man Nerven und Gefässe.

Zum Schluss folgt, das Paratenon, welches das ganze Gebilde umschliesst (van den Berg, 2016). Diese Schicht unterscheidet sich von den anderen, da sie zusätzlich Synovialzellen beinhaltet.

Diese produzieren Synovialflüssigkeit und sorgen so für eine gute Beweglichkeit gegenüber den angrenzenden Strukturen (van den Berg, 2016).

Wenn die Sehne jedoch zu grosser Reibung ausgesetzt ist, sind die Synovialzellen nicht in der Lage diese ausreichend zu schützen, deshalb bildet sich an diesen Stellen eine Sehnenscheide (van den Berg, 2016). Anstelle des Peritenon externis entsteht nun das untere Blatt der Sehnenscheide, dies wird als Epitenon bezeichnet (van den Berg, 2016). Das Peritenon externis bildet das äussere Blatt, welches durch die Membrana fibrosa stabilisiert wird und eigentlich eine Erweiterung des Paratenons ist (van den Berg, 2016). Zwischen diesen Blättern bildet sich nun Synovialflüssigkeit damit die Sehne möglichst wenig Widerstand hat (van den Berg, 2016).

2.1.3 Zellen

Die Zellen der Sehne sind vorwiegend Fibroblasten, die im Bereich der Sehne Tenoblasten genannt werden (van den Berg, 2016). Diese sind vor allem für die Produktion von kollagenen Fasern verantwortlich, sowie in geringerem Ausmass für die Synthese von elastischen Fasern und der Grundsubstanz (van den Berg, 2016). In

der Knorpelzone und an Stellen mit erhöhtem Druck finden sich ausserdem Chondroblasten. Diese synthetisieren grössere Mengen an Grundsubstanz und sind zudem für die Kollagensynthese verantwortlich (van den Berg, 2016). In den Bindegewebshüllen findet man Fibroblasten, welche ebenfalls Kollagen produzieren, sowie elastische Fasern und Grundsubstanzkomponenten wie Proteoglykane, Glykosaminoglykane und nicht kollagene Proteine (van den Berg, 2016).

2.1.4 Matrix

Die Matrix lagert durch die Grundsubstanz Wasser ein, auf diese Weise verleiht sie dem Gewebe Volumen hilft bei der Stossdämpfung, sowie dem Tragen des Körpergewichts (van den Berg, 2016). Kollagen Typ 1 findet man überall wo Gewebe unter Zugbelastung steht und macht 95% des in der Sehne vorhandenen Kollagens aus (van den Berg, 2016). Kollagen Typ 3 findet man fast ausschliesslich in den Bindegewebsschichten, geringe Mengen sind auch zwischen den Fasern des Kollagen Typ 1 zu finden (van den Berg, 2016). Kollagen Typ 3 ist vor allem in der Haut und Unterhaut zu finden, sowie in Geweben, die sich gerade in der Wundheilung befinden (van den Berg, 2016). Das Kollagen wird vor allem von Crosslinks stabilisiert (van den Berg, 2016). Crosslinks sind eine chemische Bindung die zwischen Aminosäuren oder auch Elektronen stattfinden kann (van den Berg, 2016). Man muss zwischen physiologischen und unphysiologischen Crosslinks unterscheiden (Morree, 2013). Die physiologischen Crosslinks unterstützen das Bindegewebe bei Zugbelastungen und verleihen Elastizität, die unphysiologischen machen das genaue Gegenteil, sie senken die Zugbelastung sowie die Elastizität (Morree, 2013). Vor allem nach Operationen mit Immobilisation sind unphysiologische Crosslinks anzutreffen, da das neu angelegte Gewebe nicht in die optimale Belastungsrichtung angelegt ist (Morree, 2013). Die Ernährung spielt ebenfalls eine Rolle, mehr Zucker führt zu mehr Crosslinks (van den Berg, 2016). Diese erhöhte Crosslinkanzahl bedeutet, dass die Sehne an Elastizität verliert und der kollagene Turnover abnimmt, da die Zellaktivität negativ beeinflusst wird, da viele Crosslinks den Turnover verlangsamen (van den Berg, 2016). Der Turnover einer Sehne ist im Allgemeinen sehr langsam, bei Tendinopathien jedoch wird er stark erhöht (van den Berg, 2016). Für den Abbau von Kollagen braucht der Körper Kollagenase, dies ist eines der wenigen Enzyme der Matrixmetalloproteinasen (MMP), das Kollagen

aufspalten kann (van den Berg, 2016). Bevor jedoch Kollagen abgebaut werden kann, muss die Grundsubstanz rund um das Kollagen abgebaut werden (van den Berg, 2016). Interleukin (IL) 1 stimuliert den Kollagenabbau und die Tissue Inhibitors of Metalloproteinases (TIMP) hemmen diesen, damit nicht zu viel abgebaut wird (Riley, 2004).

2.1.5 Grundsubstanz

Die Bestandteile der Grundsubstanz sind vorwiegend Glykosaminoglykane und Proteoglykane, diese binden vor allem Wasser (van den Berg, 2016). Die Grundsubstanz bindet kollagene und elastische Fasern an Zellen und Wasser, auf diese Weise stabilisiert sie das Bindegewebe und schützt es gegen übermässige Belastung (van den Berg, 2016). Die Grundsubstanz macht nur einen kleinen Teil des Trockengewichts der Sehnen aus, 0.2-0.5% (van den Berg, 2016). Es sind vorwiegend Proteoglykane vorhanden, welche unter anderem aus Dermatansulfat mit etwas Hyaluronsäure und Chondroitinsulfat bestehen (van den Berg, 2016). Wenn die Sehne stark komprimiert wird, und dort eine faserige Knorpelschicht entsteht, ändert auch die Grundsubstanz ihre Zusammensetzung (van den Berg, 2016). Sie enthält dann mehr Hyaluronsäure, Chondroitin 4 und 6 sowie mehr Keratansulfat, auch macht die Grundsubstanz an diesen Stellen 3.5% der Trockenmasse aus (van den Berg, 2016). Obschon die Sehne, im Vergleich zu anderen Geweben, wenig Grundsubstanz besitzt, wird trotzdem eine beachtliche Menge an Wasser gebunden, 65-75% der Sehne macht Wasser aus (van den Berg, 2016). Dieses Wasser sorgt für eine reibungslose Bewegung der Fasern gegeneinander (van den Berg, 2016).

Auch beim Aufbau der Grundsubstanz weisen die Sehnen Unterschiede auf, abhängig von der Belastung und der Funktion (van den Berg, 2016). So hat beispielsweise die Achillessehne deutlich mehr Glykosaminoglykane (van den Berg, 2016). Dies bedeutet mehr Wassereinlagerungen, wodurch sich die Gleiteigenschaft zwischen den Fibrillen verbessert (van den Berg, 2016). Diese Sehnenart hat ausserdem mehr Elastin und Lubicin, auch diese sind für die Gleiteigenschaften wichtig (Screen et al., 2015). Sie sind ausserdem verstärkt wie eine Feder aufgebaut (Screen et al., 2015). Screen et al. (2015) schreiben, dass bereits geringe

Änderungen in der Sehnenzusammensetzung einen grossen Einfluss auf die Funktion haben können, zum Beispiel wie stark die Federfunktion ist. Bei einigen ist jedoch nicht klar wie diese Zusammensetzung zustande kommt und was sie bewirkt (Screen et al., 2015).

2.1.6 Durchblutung

Die Sehne verfügt über vier Durchblutungssysteme, welche van den Berg (2016) wie folgt beschreibt:

- Im longitudinalen System verlaufen die Blutgefässe im Paratenon, Peritenon und Endotenon parallel zur Ausrichtung der Kollagenfasern.
- Auch im zweiten System verlaufen die Blutgefässe parallel zur Sehne, sie geben jedoch Anastomosen ab, für die in die Sehne hinein verlaufenden Blutgefässe.
- Die Blutgefässe, die sich im Bereich des Knochen-Sehnenübergangs befinden, verbinden sich mit der Sehne. Diese Gefässe stammen vorwiegend aus dem Periost. Es können sich ausserdem Anastomosen zwischen den Blutgefässen der Sehne sowie des Knochens bilden.
- Im Bereich der Sehnenscheide stellen die dortigen Gefässe mit Hilfe des Mesotenon eine Verbindung zur Sehne sowie der Sehnenscheide her. Die Sehnenscheide ist infolge dessen besser durchblutet als die Sehne.

Diese Gefässsysteme sind unabhängig von dem des Muskelbauchs (van den Berg, 2016). Diese Systeme zeigen, dass die Sehne also sehr wohl durchblutet ist, jedoch geringer als in anderen Geweben (van den Berg, 2016). An Stellen mit erhöhter Druckbelastung findet man zusätzlich noch mehr Chondroblasten. Diese sind ein Zeichen, dass an dieser Stelle die Durchblutung schlechter ist (van den Berg, 2016).

2.1.7 Innervation

Die Innervation der Sehne unterscheidet sich nicht von der Durchblutungssituation, auch hier ist die Sehnenscheide besser innerviert als die Sehne selbst (van den Berg, 2016).

Mastzellen und freie Nervenendigungen erledigen die Homöostase und steuern die Adaptionsprozesse bei mechanischen Belastungen (Riley, 2004).

2.1.8 Degeneration/Immobilisation

Während einer Ruhigstellung sinkt die Belastbarkeit einer Sehne erheblich. Diese beträgt nach 4 Wochen lediglich noch 20% der ursprünglichen möglichen Belastung (van den Berg, 2016). Durch die nicht physiologische Belastung während dieser Zeit sinkt die Menge an kollagenen und nicht kollagenen Komponenten (van den Berg, 2016).

Es erhöht sich während dieser Zeit zwar die Kollagensynthese, es kommt jedoch gleichzeitig zu einem verstärkten Abbau, welcher grösser als der Aufbau ist (van den Berg, 2016). Zwölf Wochen Immobilisation führen zu 16% Mengenverlust an Kollagen (van den Berg, 2016).

Das während dieser Zeit synthetisierte Kollagen verfügt ausserdem über eine deutlich schlechtere Qualität als das ursprüngliche (van den Berg, 2016). Die Ausrichtung ist weniger gut, da die Fasern nicht mehr schön parallel verlaufen, sondern eher Netzförmig sind (van den Berg, 2016). In Folge dessen sinkt die Belastbarkeit und Elastizität (van den Berg, 2016). Man geht von vier bis zwölf Monaten aus, bis die Belastbarkeit wiederhergestellt ist (van den Berg, 2016). Man ist sich jedoch nicht sicher, ob die vollständige Belastbarkeit überhaupt wieder erreicht werden kann (van den Berg, 2016).

2.2 Trainingseffekte

Bei starker Belastung der Sehne, zum Beispiel durch Krafttraining, wird die Kollagensynthese angeregt (van den Berg, 2016). Die Sehne wird in dieser Zeit jedoch nicht dicker, deshalb muss man davon ausgehen, dass während dieser Zeit der Abbau ebenfalls verstärkt ist (van den Berg, 2016). Ausserdem wird beobachtet, dass

dickere Kollagenfasern abgebaut werden, um durch dünne kollagene Fibrillen ersetzt zu werden (van den Berg, 2016). Für die Sehne bedeutet dies mehr Stabilität, jedoch nimmt die Elastizität ab (van den Berg, 2016). Trotz verbesserter Stabilität wird sie also für Verletzungen anfälliger (van den Berg, 2016). Besonders schnell einwirkende Belastungen sind nun gefährlicher (van den Berg, 2016). Der Trainingsreiz ist für ungefähr vier Wochen aktiv, dies bedeutet Auf- und Abbau halten sich in dieser Zeit in der Waage, die Kollagenmenge bleibt gleich (van den Berg, 2016). Nachher wird der Abbau von Kollagen jedoch weniger und ist erst nach ungefähr elf Wochen auf dem gewohnten Level (van den Berg, 2016). Setzt man nun trotzdem Trainingsreize, nimmt die Kollagenmenge zu und die Sehne wird dicker (Kjaer, 2004). Durch intensives Training werden vor allem im umhüllenden Bindegewebe vasodilatorische Substanzen freigesetzt, dazu gehören Bradykinin, Adenosin, IL 6, Cyclooxygenase (COX) 2, Thromboxan und Prostaglandin E2 (van den Berg, 2016). Während des Trainings wird die Sehne bis zu sieben mal stärker durchblutet (Kjaer, 2004; Riley 2004). Prostaglandin E2 stimuliert ausserdem die Sehnenzellen für mehr Synthese (van den Berg, 2016). Für einen guten Trainingseffekt sind Entzündungshemmer nicht optimal, da sie die Durchblutung um bis zu 40% mindern (van den Berg, 2016). Bei erhöhter Belastung wird die Sehne mehr Sauerstoff und Glukose aufnehmen, dies deutet auf eine Erhöhung der Synthesierung in den Zellen hin (van den Berg, 2016).

2.3 Funktion der Sehne

Wie oben bereits beschrieben, besitzen die kollagenen Fasern eine Wellenform. Diese ist wichtig bei Belastung, da dort zuerst die Wellenform gerade gezogen wird, bevor die Sehnen auf Spannung kommt (van den Berg, 2016). Durch diesen Mechanismus und den spiralförmigen Aufbau, kann die Sehne grosse Belastungen bewältigen. Eine Belastung von 500- 1000 kg/cm² ist möglich, was stärker als ein Stahlseil mit gleichem Durchmesser ist (van den Berg, 2016). Zu dieser enormen Belastungsfähigkeit trägt nebst der Wellenform auch der spiralförmige Aufbau bei (van den Berg, 2016). Durch den grossen Zug auf die kollagenen Fasern verlängert sich die Sehne um etwa 5%, dieser Vorgang ist als Crimp bekannt (van den Berg, 2016). Nach der Belastung kehrt die Sehne wieder in Ihre ursprüngliche Form

zurück (van den Berg, 2016). Die Sehne nur als Verbindungsstück zwischen Knochen und Muskel zu sehen, ist jedoch nicht zutreffend (Rio, 2019; Screen et al., 2015). Gewisse Sehnen haben sehr viel höhere Anforderungen, zum Beispiel die Achillessehne. Sie muss Kompression aushalten, wenn sie gegen einen Knochen gedrückt wird, und wird Reibung gegenüber umliegenden Strukturen ausgesetzt (Cook, 2019). Sie hat ausserdem eine Art Federfunktion, das heisst sie muss in der Lage sein, Energie aufzunehmen und wieder abzugeben (Rio, 2019; Screen et al., 2015). Die Sehnen, welche die Aufgabe haben Energie zu speichern und abzugeben, sind in der Regel höheren Belastungen ausgesetzt als solche, die diese Aufgabe nicht haben (Screen et al., 2015). Sie sind ausserdem verletzungsanfälliger in Bezug auf Tendinopathien (Screen et al., 2015). Interessant ist auch, dass energiespeichernde Sehnen weniger steif sind und eine höhere Dehnbarkeit aufweisen (Screen et al., 2015).

2.4 Tendinitis/ Tendinopathie

2.4.1 Diagnostik:

Eine Tendinopathie ist eine unter Umständen schmerzhaft degenerative Sehnenpathologie, bei welcher die Patienten über Anlaufschmerzen am Morgen klagen (Cassel et al., 2015). Diese Schmerzen befinden sich vor allem im Bereich der Sehne bei Beginn der Belastung, sowie bei Belastungssteigerung (Cassel et al., 2015). Häufig werden die Schmerzen im Laufe des Tages besser (Cassel et al., 2015). Es kann aufgrund der Schmerzen ausserdem eine Muskelschwäche auftreten (Henriksen et al., 2011) oder die Schmerzen führen gar zu einem frühen Beenden der sportlichen Karriere (Malliaras et al., 2015). Bei der Palpation ist die Sehne im betroffenen Bereich druckdolent, bei fortgeschrittenen Tendinopathien kann auch eine Verdickung, beziehungsweise eine Knötchenbildung spürbar sein, es ist also nur ein Teil der Sehne betroffen (Cassel et al., 2015). Als erstes bildgebendes Verfahren wird meistens eine Sonographie durchgeführt, hier wird vor allem der Sehnendurchmesser erfasst (Cassel et al., 2015). Alternativ ist auch eine Magnetresonanztomographie möglich, da auch diese eine Verdickung sowie Wassereinlagerungen aufzeigen kann (Cassel et al., 2015). Diese bildgebenden Verfahren sind

jedoch nur bedingt aussagekräftig, da jeder eine Sehne mit einer Tendinopathie aufweisen könnte und trotzdem symptomfrei sein kann (Cook, 2019).

Tendenziell ist eher die untere Extremität betroffen, vor allem die Achillessehne und Patellasehne (Cassel et al., 2015). Laufsportler leiden eher an einer Achillessehnen-Tendinopathie, weniger oft ist die Patellasehnen oder der Tractus Iliotibialis betroffen, am seltensten die Plantarfaszie (Cassel et al., 2015). Bei Erwachsenen Laufsportler im Breiten- sowie im Profisport leiden, je nach Autor, sieben bis 30% an einer Sehnenproblematik (Cassel et al., 2015). Bei Spiel und Sprungsportarten ist eher mit einer Patellasehnen-Problematik zu rechnen, hier spricht man von einem Jumpers Knee (Cassel et al., 2015).

2.4.2 Begriff Erklärung

Es werden immer noch diverse Begriffe für diese Pathologie verwendet, die häufigsten sind Tendinopathie, Tendinose oder Tendinitis (van den Berg, 2016).

Der Begriff Tendinitis würde auf eine Entzündung der Sehne hindeuten, dies ist jedoch nicht sicher. Rees, Stride, & Scott (2014) sind der Meinung, dass Entzündung vielleicht doch eine Rolle spielen könnte, im Kapitel Entstehungsmechanismen mehr dazu. Cassel et al. (2015) stellt jedoch das komplette Fehlen von Entzündungsmediatoren fest. Man sieht bereits jetzt, dass es Unterschiedliche Theorien gibt, gemäss Cassel et al. (2015) sollte also nicht von einer Tendinitis gesprochen werden, da keine richtige Entzündung vorliegt.

Auch Cook (2019) spricht sich in ihrem Podcast sehr entschieden dagegen aus, diese Bezeichnung weiter zu verwenden, da dies dem Patienten das Gefühl geben könnte, dass es angebracht wäre, das betroffene Gelenk ruhig zu stellen. Es ist jedoch in keiner Literatur zu finden, dass Ruhigstellung zu einer Verbesserung der Situation beitragen würde (Cook, 2019). Der Begriff der Tendinose ist ebenfalls ein Überbegriff für die Pathologie (Riley, 2004). Riley (2004) ist der Meinung, dass dieser zutreffender sei als Tendinitis, da jedoch eine Entzündung nicht komplett ausgeschlossen werden kann, solle man Tendinopathie verwenden. Die meiste Fachliteratur verwendet den Begriff Tendinopathie.

2.4.3 Risikofaktoren

Die Risikofaktoren, die zu einer Tendinopathie führen sind teilweise umstritten. Bei Fussballern spielt der Untergrund auf dem gespielt wird keine Rolle, es ist jedoch entscheidend wie intensiv trainiert wird, weil dann die Anzahl der Betroffenen steigt (Hägglund et al., 2011). Cassel et al. (2015) spricht von keinem Geschlechterunterschied bei Tendinopathien, was bei der Patellatendinopathie gemäss Worp, Ark, Zwerver, & Akker-Scheek (2012) nicht korrekt ist. Diese Studie untersuchte die Risikofaktoren einer Patellatendinopathie bei Volleyballern und Basketballern, Männer waren mit 25.3% zu 13.1% häufiger von einer Tendinopathie betroffen. Die Volleyballer sind gegenüber den Basketballern ebenfalls häufiger betroffen mit 20.1% zu 15.2%. Je höher die Liga der Spieler, desto höher war auch das Risiko einer Tendinopathie (Worp et al., 2012). Höheres Alter zeigte ein geringeres Risiko auf, an einer Pathologie zu leiden (Worp et al., 2012). Auch muss davon ausgegangen werden, dass ein höheres Körpergewicht ebenfalls ein Risikofaktor darstellt (Lian, Engebretsen, & Bahr, 2005). Lian, Refsnes, Engebretsen, & Bahr (2003) konnten feststellen, dass Volleyballer die schwerer waren und mehr Krafttraining betreiben eine höhere Wahrscheinlichkeit für Patellasehnen-tendinopathen aufwiesen. Dies bestätigt die Aussage von van den Berg (2016), siehe weiter oben, über den Trainingseffekt von Sehnen im Bezug auf die Verletzungsanfälligkeit. Die Spieler, die eine Tendinopathie aufwiesen, hatten ausserdem die besseren Sprungwerte als die beschwerdefreien Spieler der Probanden (Lian et al., 2003). Auch spezifisches Sprungtraining sowie Grosswuschs sind Risikofaktoren (Lian et al., 2005). Eine eingeschränkte Dorsal Flexion ist ebenfalls ein grosser Risikofaktor, zumindest bei Volleyballspielern (Malliaras, Cook, & Kent, 2006). Aus diesen Daten kann man schliessen, dass höhere Trainingsintensität und Körpergewicht ein entscheidende Faktoren, zumindest bei der Patellasehnen Tendinopathie, sind. Obengenannte Risikofaktoren gelten für die Patellasehne, für die Achillessehne gibt es keine eindeutigen Risikofaktoren (Vlist et al., 2019).

2.4.4 Entstehungsmechanismus

In vielen älteren Studien konnten keine Zellen wie Makrophagen, welche auf eine Entzündung hindeuten, in der Sehne gefunden werden (Rees et al., 2014). Mittels

neuerer Verfahren kann jedoch aufgezeichnet werden, dass doch an Anteil Makrophagen im Symptombereich vorhanden ist (Rees et al., 2014). Es konnte neben der erhöhten Makrophagen-Konzentration ausserdem IL 1, COX-1, COX-2, IL 6, Isoformen des Transforming Growth Factor- β (TGF- β) sowie mehr Substanz P festgestellt werden (Rees et al., 2014). Substanz P ist ein Neurotransmitter für Schmerzrezeptoren der C-Faser, sowie ein Entzündungsmediator. Alle diese Substanzen deuten auf eine Entzündung hin. Am Ort der Tendinopathie konnten ausserdem mehr und auch grössere Tendozyten festgestellt werden (Rees et al., 2014). Es ist bekannt, dass Zytokine und andere Stoffe die durch eine Entzündung ausgeschüttet werden die Tendozyten-Konzentration erhöht (Rees et al., 2014). Rees et al. (2014) sind der Meinung, dass es in diesem Bereich mehr Forschung braucht, da er nicht mit Sicherheit sagen kann, welchen Einfluss diese Entzündungszeichen haben. Dennoch ist es wichtig diese Erklärung nicht zu 100% zu verwerfen und in Zukunft auch in diese Richtung zu Forschen (Rees et al., 2014).

Eine weitere Theorie für eine Tendinopathie sind Mikro-Rupturen in der Sehne, welche nicht richtig ausheilen (van den Berg, 2016). Jedoch ist auch diese Aussage kritisch zu beurteilen. Es konnten zwar Mikro-Rupturen festgestellt werden, jedoch sind diese nicht im Kollagen selbst sondern eher beim Muskel-Sehnen Übergang zu finden (Screen et al., 2015). Cook (2019) spricht sich auch gegen diese Erklärung aus, da die Sehne stabiler als der Muskel oder die Insertion am Knochen sei, weshalb Mikrorupturen an dieser Stelle unwahrscheinlich sind. Wenn man die oben genannten Daten über die Stärke der Sehne von van den Berg (2016) betrachtet, sowie die Aussagen von Screen et al. (2015), ist es sicher berechtigt diese Erklärung anzuzweifeln. Falls diese Erklärung zuträfe, wäre der therapeutische Ansatz einer aktiven Therapie eher kontraproduktiv, da man eine Ruptur eher ruhigstellen sollte und nicht belasten dürfte (Cook, 2019). Es gibt jedoch auch Studien, welche untersucht haben, wie sich Sehnen von Sportlern über eine Saison verändert haben. Dort gab es Sehnen, die man als reaktive Tendon bezeichnete (Malliaras, Purdam, Maffulli, & Cook, 2010). Diese Sehnen hatten also Anzeichen einer Degeneration, jedoch noch keine Veränderung in der Matrix. In dieser Studie zeigte sich, dass die Wahrscheinlichkeit 50% war, dass die Sehne zum Schluss der Saison eine Tendinopathie aufweist oder gar keine Auffälligkeiten mehr hatte (Malliaras et

al., 2010). Dies ist insofern wichtig, da es zeigt, dass ein gutes Trainingsprogramm im frühen Stadium eine Tendinopathie verhindern kann. Als anderer Grund für diese Pathologie werden Zellveränderungen angegeben (Screen et al., 2015; Shepherd & Screen, 2013). Durch eine chronische Überlastung reagieren die Zellen und verursachen so eine Tendinopathie. In diesem Punkt sind sich alle Quellen einig, es gibt eine Zellveränderung. Die Zellen reagieren also aktiv auf eine Überlastung. Dies gibt auch den Anhaltspunkt, dass eine Tendinopathie nicht über Nacht entstehen kann, sondern über einen längeren Zeitraum.

Bei einer Tendinopathie kann man eine vermehrte Durchblutung sowie eine erhöhte Zellmenge feststellen. Dieses Phänomen wird angiofibroblastische Antwort genannt (Åström, 2000). Jedoch ist nicht klar ob dies ein Versuch des Körpers ist, die Pathologie zu bekämpfen oder ob dies ein Teil der Pathologie ist und die Tendinopathie unterhält (Åström, 2000). Der kollagene Turnover ist erhöht, in Folge dessen auch die MMPs, einzig das MMP-3 ist reduziert (van den Berg, 2016). Durch das Ungleichgewicht zwischen MMP1 und 3, kommt es zu einem erhöhten Abbau von Kollagen. Dies stört natürlich das normale Gleichgewicht zwischen Auf- und Abbau und kann die Sehne an dieser Stelle schwächen (van den Berg, 2016). Bei einer Tendinopathie ist die Zellsynthese erhöht (van den Berg, 2016). Diese funktioniert hypoxisch, also unter Sauerstoffmangel, dadurch muss die Energiebereitstellung anaerob stattfinden, ausserdem ist der Zelltod um das 2.5 Fache erhöht (van den Berg, 2016). Der Körper produziert zudem vermehrt Kollagen Typ 3, obwohl eine Sehne mehr Kollagen Typ 1 als 3 benötigt, dies schwächt die Sehne ebenfalls (Cassel et al., 2015). Der TGF- β ist vermindert, deshalb nimmt auch der TIMP ab. Dies führt ebenfalls dazu, dass mehr Sehnenmaterial abgebaut wird, da diese Faktoren die Abbauprozesse hindern sollten (van den Berg, 2016).

Cook (2019) beschreibt den ganzen Prozess wie eine Tendinopathie entsteht in vier Schritten:

1. Die Sehne wird überbelastet, in Folge dessen werden die Zellen aktiviert. Diese vermehren sich.

2. Diese Zellen werden nun Proteine und Proteoglykane produzieren. Diese Proteoglykane werden versuchen die Zelle zu beschützen indem sie Wasser einlagern.
3. Wenn dieser Prozess sich fortsetzt, sieht man Rupturen im Kollagen aufgrund der grossen Proteoglykan Menge, da diese sich zu stark ausdehnen.
4. Nun kommt es zu einem einwachsen von Blut- und Lymphgefässen und vor allem freien Nerven Endigungen.

Während dieses degenerativen Umbaus konnte man unter anderem auch eine vermehrte Konzentration von Substanz P feststellen, es sprossen ausserdem Substanz P positive freie Nervenendungen ein (Cassel et al., 2015). Dies wäre eine mögliche Erklärung für den Schmerz, da diese Nervenendungen auf Substance P mit Schmerzen reagieren (Cassel et al., 2015). Dennoch ist unklar, wieso es nun zu Schmerzen kommt, vor allem warum gewisse Personen betroffen sind und andere nicht (Cook, 2019).

Die Substanz P hat jedoch noch eine andere Wirkung, sie spielt eine entscheidende Rolle bei der Degeneration der Sehne (Rees et al., 2014). Sie sorgt für eine erhöhte Anzahl Tenozyten und stimuliert die Neoangionese, welches ist die Einsprossung von Kapillaren bedeutet (Rees et al., 2014). Beim Schmerzmechanismus handelt es sich zunächst um einen nozizeptiven Schmerz mit unklarer Ursache (Cook, 2019).

Dies sind also die 3 gängigsten Theorien: Entzündung, Mikrorupturen und Zellveränderung durch Überlastung. Einig ist man sich eigentlich nur, dass eine Überlastung stattfindet und die Zellen reagieren, wieso dies so ist, konnte keine der verwendeten Quellen erklären. Eine strukturelle Veränderung der Sehne bei fortgeschrittener Pathologie ist jedoch Fakt. Behandeln wir als Physiotherapeuten nun die Struktur? Nein dies ist nicht möglich, denn wenn die Sehne einmal das degenerative Stadium erreicht hat wird sie ihre Struktur nicht mehr zurück verändern (Cook, 2019). Nun kommt jedoch der interessante Teil, die degenerative Sehne besitzt trotzdem mehr Anteile an gesundem Sehnen Material als die gleiche Sehne in der anderen Körperhälfte (Docking & Cook, 2016). Es ist unklar, wieso dies so ist, jedoch kann man aus diesen Erkenntnissen ableiten, dass eine Sehne mit einer

Tendinopathie kein erhöhtes Ruptur Risiko aufweist (Cook, 2019). In der Sonographie sieht man deutlich das degenerative Gebiet (Cook, 2019). Es ist jedoch nicht die ganze Sehne betroffen, weshalb man sich auf die nichtbetroffenen Gebiete fokussieren sollte, da am degenerativen Teil keine Veränderung zu erwarten ist. Dies ist ein wichtiger Punkt für die Patient Education als Physiotherapeut. Cook (2019) spricht sich in Ihrem Podcast immer wieder dafür aus, sich nicht auf den Schmerz oder die Struktur zu fokussieren, sondern auf die Funktion.

2.5 Behandlungsansätze

Wie zu erwarten gibt es verschiedene Behandlungsansätze. In dieser Arbeit werden einige der verschiedenen Interventionen verglichen mit dem Ziel, eine Empfehlung für die Praxis abgeben zu können, welche effizient ist.

Wie beschrieben sollte sich eine Therapie vor allem auf die Funktion fokussieren und den Schmerz nur als Verlauf-Zeichen verwenden. Die Struktur ist unveränderbar, sobald sich die Matrix verändert hat (Cook, 2019). Was gehört jedoch zur Funktion? Man muss sich für jede Sehne überlegen, welcher Art von Belastung sie ausgesetzt ist (Rio, 2019). Hat sie eine starke Kompression, wenn sie an einen Knochen gedrückt wird, starke Reibung gegenüber dem umliegenden Gewebe oder/und muss sie in der Lage zu sein, Energie aufzunehmen und wieder abzugeben (Rio, 2019)? Um die soeben erwähnten Funktionen wiederherzustellen muss man auch die Funktion des Muskels wieder fördern, da diese durch Schmerzen beeinträchtigt sein kann (Cook, 2019). Nun eine kurze Aufzählung der verschiedenen Behandlungsansätzen: Exzentrisches Training, Heavy Slow Resistance, isometrisches und isotonisches Training, Stosswellentherapie und Deep Frictions (Cassel et al., 2015). Dies sind die gängigsten physiotherapeutischen Interventionen, nebenbei gibt es jedoch noch andere Möglichkeiten wie Kortison-Injektionen oder sogar operative Intervention (Cassel et al., 2015).

2.6 Schmerz

Es ist unklar, wieso eine Tendinopathie Schmerzen verursacht (Cook, 2019). Was jedoch klar ist, ist das der Schmerz ein Grund für die schlechte Muskelfunktion sein

kann, da die Muskeln durch den Schmerz inhibiert werden (Henriksen et al., 2011). Somit steht nebst dem Schmerz auch die eingeschränkte Funktion im Vordergrund. Der Schmerz mag nozizeptiv sein, er hat jedoch einen zentralen Charakter (Tompra et al., 2016). Es wird beschrieben, dass Patienten, welche an einer Achillessehnen Tendinopathie leiden, ähnliche Schmerzverarbeitungsmuster aufweisen wie Leute mit chronischen Rückenschmerzen (Tompra et al., 2016). Wenn man also davon ausgeht, dass Patienten mit Tendinopathien ähnliche Verarbeitungsmechanismen wie chronische Schmerzpatienten haben, ist anzunehmen, dass auch die Sensorik gelitten hat, besonders die Propriozeption (Duijn, 2017).

Nijs, Kosek, Van Oosterwijck, & Meeus (2012) beschreiben, wie durch Bewegung endogene Opiode sowie nozizeptive Inhibitoren freigesetzt werden. Dies hängt unter anderem mit dem erhöhten Blutdruck zusammen, welcher für die Freisetzung dieser Stoffe mitverantwortlich ist (Nijs et al., 2012). Auch die Gate Control wird so aktiviert (Nijs et al., 2012). Es wurde ausserdem festgestellt, dass der Schmerz Einfluss auf die Sensorik hat, dieser führt nämlich zu einer schlechteren Propriozeption (Nijs et al., 2012). Dies wirft jetzt die Frage auf, ob es egal ist, welche Art von Training wir für einen Tendinopathie Patienten wählen. Diese Frage soll mittels der vorliegenden Arbeit beantwortet werden können.

3. Methode

Dieses Kapitel beschreibt die Vorgehensweise der Literaturrecherche. Es werden die Ein- und Ausschlusskriterien beschrieben, sowie die verwendeten Keywords dargelegt und die Datenbanken aufgelistet. Zusätzlich wird die Literaturrecherche beschrieben und am Ende des Kapitels werden die Evaluationsinstrumente für die Analyse der Studien genauer erläutert.

3.1 Vorgehen der Literaturrecherche

Der Ausschlaggebende Punkt zur Themenfindung dieser Arbeit gab ein Podcast zur Tendinopathie von Jill Cook. Jill Cook ist eine bekannte Sehnenforscherin, welche selbst schon mehrere Studien zum Thema Tendinopathie publiziert hat. Das Podcast stellt einen wichtigen Grundbaustein für den theoretischen Hintergrund dar. Im Podcast wurden mehrere Studien zitiert, welche zur Erweiterung des Hintergrundwissens genutzt werden konnten. Zusätzliche Informationen wurden aus den Vorlesungen von Arjen van Duijn, einem Dozenten der Züricher Hochschule für angewandte Wissenschaft, geholt und aus der bereits vorhandenen Schulliteratur „Angewandte Physiologie Band 1: Das Bindegewebe des Bewegungsapparates verstehen und beeinflussen“ von Frans van den Berg. Die Literaturrecherche fand von August bis November 2019 statt. Zu Beginn verschaffte man sich einen groben Überblick über die aktuelle Studienlage mittels Google Scholar. Um die Suche zu verfeinern wurden die gesundheitsspezifische Datenbanken Medline, PubMed und Cinahl verwendet. Aufgrund der vorhandenen Sprachkenntnisse wurde die Literaturrecherche auf deutsch- und englischsprachige Literatur beschränkt. Gesucht wurde mit den in den Tabellen 2 und 4 ersichtlichen Keywords und Bool'schen Operatoren. Oftmals wurde auch „*“ als Trunkierung verwendet um die Suche zu erweitern. Aus dieser Suche ergaben sich auch weitere Studien, welche für den theoretischen Hintergrund verwendet werden konnten.

Der direkte E-Mail Kontakt mit Jill Cook, und der Austausch mit einem Dozenten der Züricher Hochschule für Angewandte Wissenschaft Departement Gesundheit lieferten weitere Anhaltspunkte für die Literaturrecherche. Ausgewählt werden die

Studien mittels den Ein- und Ausschlusskriterien, welche in Tabelle 1 und 3 ersichtlich sind, der Suchverlauf wird anschließend noch genauer beschrieben.

Tabelle 1: Ein- und Ausschlusskriterien für den Suchprozess I

Einschlusskriterien	Ausschlusskriterien
Randomised Controlled Trial oder Randomised Cross Over Trial	Andere Studien-Formen
Studien aus den letzten 15 Jahren.	Studien, die älter sind als 15 Jahre
Probanden sind Athleten	Keine sportspezifischen Probanden
Patella Tendinopathie	Tendinopathie anderer Sehnen
Isometrisches Training, oder isometrisch im Vergleich zu isotonischem Training	Andere Trainingsformen als Intervention
Industrieland	Länder bei welchen das Ergebnis nicht auf ein Industrieland übertragen werden kann.
Probanden sind über 16 Jahre alt	Probanden, die unter 16 Jahre alt sind

3.2 Selektionsprozesse

3.2.1 Selektionsprozess I

Der erste Teil der Literaturrecherche beschränkte sich auf die Suche nach Studien bezüglich der isometrischen Trainingsform zur Behandlung der Patella Tendinopathie. In der Tabelle 2 ist die Suche auf Medline, PubMed und Cinahl mit den verwendeten Keywords ersichtlich.

Tabelle 2: Suchverlauf des Selektionsprozesses I

Datenbank	Keywordskombinationen	Treffer
Medline	Tendinopath* AND patella* AND isometr*	35
	Tendinopath* AND isometr* AND (exercise OR training) AND patella	6
PubMed	Tendinopath* AND isometr* AND exercise	57

	Tendinopath* AND patella* AND isometr*	15
Cinahl	(Tendinopathy OR tendonitis OR tendonopathy) AND isometric AND (analgesia OR pain)	47
	(Tendinopathy OR tendonitis OR tendonopathy) AND (isometric exercise OR isometric training	23
	(Tendinopathy OR tendonitis OR tendonopathy) AND isometric AND patella	10

3.2.2 Selektionsprozess II

Bei der ersten Literatursuche wurde ersichtlich, dass sich nur eine beschränkte Anzahl an relevanten Studien für die Fragestellung der Arbeit finden lässt. Es wurde daher entschieden, die isometrische und isotonische Trainingsform zwar in den Vordergrund zu stellen, diese aber mit den bereits erforschten Trainingsformen zu vergleichen. Somit sollen Studien zu der exzentrischen Trainingsform und zum Heavy Slow Resistance Training ebenfalls miteingeschlossen werden. Das HSR Training wurde ausgewählt, da es nebst der Isometrie ebenfalls eine eher neu erforschte Trainingsform darstellt. Um das exzentrische Training etwas einzugrenzen, wurde die Arbeit auf Studien zum Eccentric Decline Squat (EDS) beschränkt. Darüber hinaus soll die Fragestellung nicht nur auf die Patella-Sehne, sondern auch auf die Achillessehne bezogen werden. Zusätzlich wird die Verwendung des VISA-P Fragebogens als Intervention in die Einschlusskriterien miteinbezogen. Somit die Ein- und Ausschlusskriterien wie in Tabelle 3 ersichtlich angepasst.

Tabelle 3: Angepasste Ein- und Ausschlusskriterien für den Suchprozess II

Einschlusskriterien	Ausschlusskriterien
Randomised Controlled Trial oder Randomised Cross Over Trial	Andere Studien-Formen
Studien aus den letzten 15 Jahren.	Studien, die älter sind als 15 Jahre
Probanden sind Athleten	Keine sportspezifischen Probanden
<i>Tendinopathie der unteren Extremität</i>	<i>Tendinopathie der oberen Extremität</i>

<i>Isometrie, Heavy Slow Resistance Training oder Eccentric Decline Squat als Intervention</i>	Andere Trainingsformen als Intervention
Industrieland	Länder bei welchen das Ergebnis nicht auf ein Industrieland übertragen werden kann.
Probanden sind über 16 Jahre alt	Probanden, die unter 16 Jahre alt sind
<i>Verwendung des VISA-P oder VISA-A Fragebogens als Intervention</i>	

Anmerkung: Anpassungen sind kursiv dargestellt

Anhand der erweiterten Fragestellung und den erneuerten Ein- und Ausschlusskriterien wurde die Literatursuche in den Datenbanken Medline, PubMed und Cinahl wie in Tabelle 4 ersichtlich fortgesetzt.

Tabelle 4: Suchverlauf des Selektionsprozesses II

Datenbank	Keywordskombinationen	Treffer
Medline	Tendinopath* AND (heavy slow resistance OR eccentric*) AND (patella* oder achilles)	328
	Tendinopath* AND heavy slow resistance AND eccentric*	12
	Tendinopath* AND heavy slow resistance AND pain	11
PubMed	Tendinopath* AND heavy slow AND eccentric*	12
	Tendinopath* AND heavy slow resistance	15
	Tendinopath* AND eccentric* AND decline squat	15
Cinahl	(Tendinopathy OR tendonitis OR tendonopathy) AND heavy slow resistance AND eccentric	10
	(Tendinopathy OR tendonitis OR tendonopathy) AND eccentric* AND decline squat	13

3.3 Auswahl der Hauptstudien

Um die Hauptstudien auszuwählen, wurden die Treffer anhand von mehreren Teilschritten analysiert. So soll die Relevanz zur Beantwortung der Fragestellung überprüft werden.

Die Treffer aus den Tabellen 2 und 4 werden zuerst auf den Titel überprüft. Hierbei soll darauf geachtet werden, dass die allenfalls bereits erwähnte Intervention mit den aufgelisteten Ein- und Ausschlusskriterien übereinstimmt und sich die Tendinopathie entweder auf die Patella- oder die Achillessehne bezieht. Diejenigen Studien, welche dies erfüllen, werden anschliessend auf ihr Abstract überprüft. Hier soll vor allem das Studiendesign beachtet werden und die ausgewählten Probanden mit dem festgesetzten Ein- und Ausschlusskriterien verglichen werden. Wenn alle verlangten Kriterien erfüllt werden, wird die Studie durchgelesen.

Im Kapitel Resultate werden die ausgewählten Hauptstudien detailliert aufgelistet und der Selektionsprozess wird mit seinen Teilschritten in einer Tabelle festgehalten.

3.4 Analyseinstrumente

In dieser Arbeit werden als Hauptstudien nur Randomised Controlled Trials (RCT) oder Randomised Crossover Trials verwendet. Diese werden als erstes anhand des Arbeitsinstruments für ein Critical Appraisal (AICA) zusammengefasst. Für die Würdigung der Studie wird die PEDro Skala verwendet, um die Validität der Studien zu überprüfen. Das tabellarische Raster soll hierbei als Vorlage dienen, um den Inhalt des Forschungsartikels zusammenzufassen und diesen kritisch zu würdigen (Ris & Preusse-Bleuler, 2015). Die Beurteilung anhand der PEDro-Skala sowie die Würdigung mittels AICA werden im Anhang ersichtlich sein.

4. Resultate

4.1 Hauptstudien

In Kapitel 3.3 wurde bereits beschrieben, wie die Auswahl der Hauptstudien durchgeführt werden sollte. In der Tabelle A und B im Anhang wurde die Literaturrecherche mit der Trefferzahl, dem Titelscreening, dem Abstractscreening und der effektiven Relevanz für den Suchprozess I und II genau beschrieben. Aus der Literaturrecherche hervorgehend wurden für den Suchprozess I folgende drei quantitative Studien als Hauptstudien zur Beantwortung der Fragestellung ausgewählt:

Tabelle 5: Auswahl Hauptstudien für den Selektionsprozess I

Studientitel	Autor, Jahr
Do isometric and isotonic exercise programs reduce pain in athletes with patellar tendinopathy in-season? A randomised clinical trial.	Van Ark, Cook, Docking, Zwerver, Gaida, van den Akker-Scheek, Rio, 2016
Isometric Contractions Are More Analgesic Than Isotonic Contractions for Patellar Tendon Pain: An In-Season Randomized Clinical Trial.	Rio, van Ark, Docking, Moseley, Kidgell, Gaida, van den Akker-Scheek, Zwerver, Cook, 2017
Isometric exercise induces analgesia and reduces inhibition in patellar tendinopathy.	Rio, Kidgell, Purdam, Gaida, Moseley, Pearce, Cook, 2015

Aus dem Suchprozess II wurden ergänzend die folgenden drei quantitativen Studien ausgewählt:

Tabelle 6: Auswahl Hauptstudien Selektionsprozess II

Studientitel	Autor, Jahr
Corticosteroid injections, eccentric decline squat training and heavy slow	Kongsgaard, Kovanen, Aagaard, Dossing, Hansen, Laursen, Kaldau, Kjaer, Magnusson, 2009

resistance training in patellar tendinopathy.	
Heavy Slow Resistance Versus Eccentric Training as Treatment for Achilles Tendinopathy: A Randomized Controlled Trial.	Beyer, Konsgaard, Hougs, Ohlen-schlaeger, Kjaer, Magnusson, 2015
Eccentric decline squat protocol offers superior results at 12 months compared with traditional eccentric protocol for patellar tendinopathy in volleyball players.	Young, Cook, Purdam, Kiss, Alfredson, 2005

Die Studie von Beyer et. al (2015) erfüllt nicht vollständig die Einschlusskriterien, da das exzentrische Trainingsprogramm nicht aus dem EDS besteht, sondern aus zwei anderen Trainingsinterventionen. Die Studie wurde jedoch trotzdem ausgewählt, da die Resultate des Heavy Slow Resistance Training für die Beantwortung der Fragestellung dieser Arbeit gut verwendet werden können.

4.2 Zusammenfassung der Studien

Die Zusammenfassungen der sechs Hauptstudien wurden übersichtshalber anhand Unterkapitel zusammengefasst. Es wurden hierbei folgende Unterkapitel gewählt: Studiendesign, Ziel der Studie, Methode, Intervention und Evaluation, Resultate, sonstige Outcomes und methodologische Qualität.

4.2.1 Isometric exercise induces analgesia and reduces inhibition in patellar tendinopathy (Rio, Kidgell, Purdam, Gaida, Moseley, Pearce & Cook, 2015)

Studiendesign

Einfach geblindete, randomisierte cross-over Studie mit 2 Interventionsgruppen.

Ziel der Studie

Das Ziel der Studie war es, herauszufinden, ob isometrische oder isotonische Übungen eine sofortige Schmerzlinderung bei einer Patella-Tendinopathie herbeiführen können. Weiter wurde der Funktionsmechanismus des Motokortex untersucht, dessen Veränderungen analysiert werden sollte. Hierfür verglich die Studie die Auswirkung isometrischer und isotonischer Belastung der Patella-Sehne in

Bezug auf die Schmerzen, die maximale freiwillige isometrische Kraft (in Englisch MVIC) und Messungen der kortikospinalen Erregbarkeit und Hemmung.

Methode

Sechs männliche Volleyballspieler nahmen an der Studie teil, wobei alle zwischen 18 und 40 Jahre alt waren (Durchschnittsalter 26.9 Jahre). Drei der sechs Volleyballspieler wiesen unilaterale Schmerzen auf, die anderen drei bilaterale Schmerzen. Teilnehmer mit bilateralen Schmerzen wurden aufgefordert, das schmerzhaftere Knie auszuwählen, bei welchem dann die Messungen für den Schmerz und die Kraft durchgeführt wurde. Die kontralaterale Hemisphäre wurde verwendet für die Testung der transkraniellen Magnetstimulation (TMS).

Folgende Ein- und Ausschlusskriterien galten für die Probanden:

Tabelle 7: Ein- und Ausschlusskriterien

Einschlusskriterien	Ausschlusskriterien
2x wöchentlich Training und 1x Spiel	Einnahme von Medikamenten
Schmerz auf der Patella-Innenseite bei Sprung- und Landeaktivitäten und während dem Single Leg Decline Squat (SLDS)	
Klinisch diagnostizierte PT mit Ultraschall (echoarm oder Sehnenverdickung)	

Die Teilnehmer wurden anhand einer verdeckten Randomisierung mittels eines Briefumschlages in eine isometrische und eine isotonische Gruppe eingeteilt.

Intervention und Evaluation

In der ersten Woche wurde ein Baseline-Testing durchgeführt, wobei Daten zum Schmerz, zum MVIC, zur kortikospinalen Erregbarkeit und zur kurzzeitigen intrakortikalen Hemmung (in Englisch kurz SICI) erhoben wurden. Ebenfalls erfasst wurde das maximale Muskelaktionspotential (M_{MAX}) des M. rectus femoris um sicher zu gehen, dass keine Veränderung der peripheren Muskelaktivität stattfindet, welche den Wert der kortikospinalen Erregbarkeit beeinflussen könnte. Die Teilnehmer wurden ebenfalls aufgefordert, den Victorian Institute of Sport Assessment-

patellar Tendon (VISA-P) Fragebogen auszufüllen, welcher Fragen bezüglich der Patella-Sehnen-Schmerzen und Funktion beinhaltet. In der Woche zwei und drei wurden die Baseline Testings wiederholt.

Der Schmerz wurde anhand des Single Leg Decline Squat (SLDS) mit Hilfe der Numerical Rating Scale (NRS) mit den Werten von Null bis Zehn erfasst. Das MVIC des Quadriceps wurde anhand eines Biodex System 4 Pro und eines Biodex Medical 2 Systems in Nm gemessen. Dabei wurden jeweils 3 Messungen bei 60° Flexion des Knies durchgeführt, wobei das beste Ergebnis der 3 Messungen ausgewählt wurde. Die kortikospinale Erregbarkeit, sowie die SICl stellen keine relevanten Interventionen für die Beantwortung der Fragestellung dar, weshalb nicht weiter auf diese Werte eingegangen wird.

Folgendes Trainingsprogramm wurde nach den Baseline-Testings einmalig ausgeführt:

Tabelle 8: Trainingsprogramm der isometrischen und isotonischen Gruppe

Isometrisch	Isotonisch
Biodex Pro	Leg-Extension-Maschine
5x 45 Sekunden Hold	4x 8 Repetitionen
60° Knieflexion	4 Sekunden exzentrisch, 3 Sekunden konzentrisch
2 Minuten Pause	2 Minuten Pause
70% MVIC	100% des Acht-Repetitionen-Maximum

Direkt nach der Durchführung der jeweiligen Intervention, wurden einerseits die Schmerzen und die Kraft, sowie der Wert des M_{MAX} und des TMS (anhand des SICl) gemessen. Die Schmerzen und die Kraft wurden nach 45 Minuten erneut getestet.

Resultate

Zu Beginn wurden die Resultate für die Schmerzen vor und nach der isometrischen Intervention angegeben. Präisometrisch lag der Mittelwert (M) des Schmerzes auf der NAS-Skala bei 7/10 mit einer Standardabweichung (SA) von ± 2.04 . Nach der Durchführung der isometrischen Intervention betrug der Schmerz auf der NAS-Skala $M = 0.17/10$ ($SA \pm 0.41$); das Ergebnis hielt bis 45 Minuten nach der

Intervention an. Präisotonisch lag der Schmerz-Wert auf der NAS-Skala bei $M = 6.33/10$ ($SA \pm 2.80$), nach der Intervention betrug er noch $M = 3.75$ ($SA \pm 4.67$), hielt jedoch nicht bis 45 Minuten nach Intervention an. Die Schmerzreduktion von 6.8/10 anhand der isometrischen Intervention wies somit einen signifikanten Unterschied im Vergleich zur Schmerzreduktion anhand isotonischer Interventionen auf, welche bei 2.6/10 lagen.

Ein erhöhtes MVIC Drehmoment war direkt nach der isometrischen Intervention messbar. Dieses betrug $M = 18.7\%$ auf und wies einen signifikanten Unterschied im Vergleich zum Baseline-Testing auf ($p < 0.001$). Das erhöhte Drehmoment war auch 45 Minuten postisometrisch noch nachweisbar mit $M = 17.4\%$. Weiter konnte ein signifikanter Unterschied zwischen der isotonischen und isometrischen Intervention festgestellt werden. Die postisotonische Intervention wies direkt nach der Durchführung und nach 45 Minuten nur eine kleine, nicht signifikante Reduktion des MVIC auf ($p < 0.001$).

Sonstige Outcomes

Die kortikospinale Erregbarkeit und Hemmung wies ebenfalls signifikante Ergebnisse auf, diese werden jedoch nicht aufgeführt da sie für diese Arbeit nicht relevant sind.

Methodologische Qualität

Die Studie wurde anhand der PEDro-Skala auf ihre Validität geprüft und erreichte einen Wert von 6/10 Punkten. Die fehlenden Punkte waren einerseits, dass die Probanden sowie die Therapeuten nicht geblindet waren. Andererseits wurde bei keinem der zentralen Outcomes eine Intention-to-treat Methode analysiert, was einen weiteren Punkt kostete. Die Anzahl der Drop Outs führte ebenfalls zu einem Punktabzug. Die Ein- und Ausschlusskriterien wurden ebenfalls nicht spezifiziert, was jedoch bei der Endpunktzahl nicht berücksichtigt wird.

4.2.2 Eccentric decline squat protocol offers superior results at 12 months compared with traditional eccentric protocol for patellar tendinopathy in volleyball players (Young et al., 2005)

Studiendesign

Prospektive randomisierte kontrollierte Studie.

Ziel der Studie

Das Ziel der Studie war es, die Kurz- und Langzeiteffizienz von zwei exzentrischen Trainingsprogrammen zur Behandlung einer Patella-Tendinopathie zu erforschen. Der Schmerz, gemessen anhand der Visual Analogue Scale (VAS) und der VISA-P Score, waren die zentralen Messinstrumente.

Methode

Die Teilnehmenden wurden während dem Elite Victorian State League Volleyball Spiel (Australien) rekrutiert und randomisiert in eine Step und eine Decline Gruppe eingeteilt. Die 17 Probanden, davon 13 Männer und vier Frauen, waren alle zwischen 18-35 Jahre alt und wiesen proximale Patellasehnen-Schmerzen auf, sowie eine Limitierung in der sportlichen Funktion. Folgende Ein- und Ausschlusskriterien wurden von den Untersuchern festgelegt:

Tabelle 9: Ein- und Ausschlusskriterien

Einschlusskriterien	Ausschlusskriterien
Sehnenschmerzen bei Palpation	Ausstrahlende Schmerzen rund um die Patellasehne
Symptomreproduktion bei Sprungaktivitäten, Squats, und/oder Treppensteigen	Knie-Operation in den letzten zwölf Monaten oder Patellasehnen-Operation, keine VKB-Rekonstruktion
VISA Score von weniger als 80 Punkte	Zusätzliche Therapie gegen Knie-schmerzen
Abnormaler (echoarmer) Ultraschall	Kortikosteroid Injektion

Bei bilateralen Knieschmerzen mussten die Probanden das symptomreichere Knie auswählen. Nach der Rekrutierung der Teilnehmenden gab es eine achtwöchige Kontrollperiode, während dieser die Probanden unter Beobachtung standen. Was in dieser Periode genau kontrolliert wurde, wurde jedoch nicht genauer erläutert.

Darauf folgte ein Baseline-Testing bei dem der VAS-Score und der VISA-P Score erhoben wurden. Diesem wurde die zwölfwöchige Interventionsphase angehängt. Nach zwölf Monaten erfolgte eine Follow-Up Messung, wo man erneut den VAS-Score und den VISA-P-Score ermittelte. Alle Messungen wurden während der Spiel-Saison erhoben.

Intervention und Evaluation

Acht Probanden wurden der Step-Gruppe und neun Probanden der Decline-Gruppe zugeordnet. Beide Gruppen mussten ihr Trainingsprogramm zweimal täglich durchführen mit 15 Wiederholungen und drei Serien für die zwölfwöchige Interventionsphase. Die Squats wurden nur auf einem Bein durchgeführt, wobei die Bewegung bis 60° Flexion ausgeführt werden soll. Folgende Vorgaben galten für die jeweiligen Gruppen:

Tabelle 10: Vorgaben für Decline- und Step-Gruppe

Decline	Step
25° Decline Board	10cm hoher Step
Nur exzentrische Phase auf symptomatischen Bein ausführen	Exzentrische und konzentrische Phase auf symptomatischem Bein
Ein moderater Schmerz ist erwünscht	Minimaler Sehnenschmerz erlaubt
Progression wenn Schmerz nachlässt: Gewicht dazu nehmen	Progression: Geschwindigkeit erhöhen, dann Gewicht dazu nehmen

Während der zwölfwöchigen Interventionsphase wurden alle vier Wochen der VISA-P-Score sowie der VAS-Score erhoben.

Resultate

Zwischen den beiden Gruppen gab es keine signifikanten Unterschiede bezüglich des Alters, des Gewichts und der Compliance. Einen signifikanten Unterschied wurde bei der Grösse festgestellt ($p=0.001$); die Decline-Gruppe weist eine Durchschnittsgrösse von $M = 178.3\text{cm}$ auf und die Step-Gruppe $M = 191.4\text{cm}$. Dies wird mit der Anzahl der Frauen in den jeweiligen Gruppen begründet, welche in der Decline Gruppe drei und in der Step-Gruppe eins beträgt.

Während des Baseline-Testings gab es keine signifikanten Verbesserungen bezüglich des VAS- oder des VISA-Scores. Während der Interventionsphase und beim

Follow-Up wiesen jedoch beide Gruppen einen signifikanten Unterschied bezüglich den beiden Outcome-Messungen VAS und VISA auf ($p < 0.005$). Bei beiden Gruppen konnte der VISA-P Score gesteigert und die Schmerzen gesenkt werden, wobei die Decline Gruppe jeweils bessere Resultate erzielte wie die Step-Gruppe. Zwischen beiden Gruppen bestand zu keinem Messzeitpunkt ein signifikanter Unterschied bezüglich dem VISA-P oder dem VAS-Score.

Weiter wurde in der Studie die Wahrscheinlichkeit eines positiven klinischen Ergebnisses berechnet, wiederum bezogen auf den VISA- und VAS-Score.

Nach zwölf Wochen konnte zwischen den beiden Gruppen kein signifikanter Unterschied in der Wahrscheinlichkeit der Verbesserung des VISA-Scores festgestellt werden. Nach zwölf Monaten jedoch, zeigte die Decline-Gruppe eine erheblich höhere Wahrscheinlichkeit einer Verbesserung auf als die Step-Gruppe. Bezüglich dem VAS-Score hatte die Step-Gruppe nach zwölf Wochen eine höhere Wahrscheinlichkeit auf einen niedrigeren Score im Vergleich zur Decline-Gruppe. Beim Follow-Up war in der Wahrscheinlichkeit kein Unterschied zwischen den Gruppen sichtbar.

Methodologische Qualität

Die Studie wurde anhand der PEDro-Skala auf ihre Validität geprüft und erreichte einen Wert von 6/10 Punkten. Die fehlenden Punkte waren einerseits, dass die Probanden, die Therapeuten sowie die Untersucher nicht geblindet waren. Andererseits wurde bei keinem der zentralen Outcomes eine Intention-to-treat Analyse angewendet, was einen weiteren Punkt kostete.

4.2.3 Isometric Contractions Are More Analgesic Than Isotonic Contractions for Patellar Tendon Pain: An In-Season Randomized Clinical Trial (Rio, van Ark, Docking, Moseley, Kidgell, Gaida, van den Akker-Scheek, Zwerver, & Cook, 2017)

Studiendesign

Randomisierte klinische Studie.

Ziel der Studie

Das Hauptziel der Studie war es, den sofortigen schmerzlindernden Effekt von isometrischen und isotonischen Muskelkontraktionen auf die Patella-Sehnen-Tendinopathie zu untersuchen zu vergleichen. Ein weiteres Ziel war es, den Effekt der isometrischen und isotonischen Kontraktion bezüglich der Schmerzen und des VISA-Scores nach vier Wochen Training zu vergleichen.

Methode

Gesamthaft wurden 29 Volleyball- und Basketballspieler aus subelite und elite Wettkämpfen rekrutiert. 20 Probanden vollführten schlussendlich das vierwöchige Trainingsprogramm, wobei zehn Probanden randomisiert in die isometrische Gruppe und zehn randomisiert in die isotonische Gruppe eingeteilt wurden. Davon sind 18 Männer und zwei Frauen, alle über 16 Jahre alt. Sieben Probanden schieden aus, da sie nach der Rekrutierung nicht mehr kontaktiert werden konnte. Ein Teilnehmer beendete den Versuch aus persönlichen Gründen und ein weiterer auf Grund einer Verletzung. Folgende Ein- und Ausschlusskriterien galten für die Teilnehmenden:

Tabelle 11: Ein- und Ausschlusskriterien

Einschlusskriterien	Ausschlusskriterien
3x wöchentlich Training oder Spiel	Vorhandensein anderer Kniepathologien
Schmerz auf der Patella-Innenseite bei Sprung- und Landeaktivitäten und während dem SLDS	Vorherige Patella-Sehnen Verletzungen oder Operationen
Klinisch diagnostizierte PT mit Ultraschall (echoarm oder Sehnenverdickung)	Entzündungsstörungen
	Metabolische Knochenerkrankung oder Diabetes Typ II
	Gebrauch von Fluorchinolonen oder Kortikosteroiden in den letzten 12 Monaten

	Familiär bekannte Hypercholesterinämie oder Fibromyalgie
--	--

Probanden mit bilateralen Schmerzen mussten das Bein auswählen, welches beim SLDS symptomreicher war. Zu Beginn wurde ein Baseline-Testing durchgeführt, wo Grösse und Gewicht gemessen und der VISA-P Score bestimmt wurde. Für Teilnehmende der isometrischen Gruppe wurde die MVIC festgelegt und für Teilnehmende der isotonischen Gruppe wurde das Acht Repetitionen Maximum festgelegt. Anhand der gesamten Daten wurde dann das Startgewicht für die Leg-Extension Maschine bestimmt. Vor und nach jeder Intervention wurden die Probanden angewiesen, ihren NRS-Score während der Durchführung eines SLDS in einem Trainingstagebuch festzuhalten, zusammen mit dem verwendeten Gewicht bei den Leg-Extensions. Nach vier Wochen Interventionsphase wurde der VISA-P Score erneut erhoben, und die Trainingstagebücher eingezogen.

Intervention und Evaluation

Die Probanden trainierten vier Mal wöchentlich für vier Wochen, wobei das Trainingsprogramm ohne Supervision und zeitlicher Vorgabe durchgeführt wurde. Einmal wöchentlich kontaktierten die Untersucher die Probanden für einen Informationsaustausch. Das Trainingsprogramm der isometrischen und isotonischen Gruppe sah wie folgt aus:

Tabelle 12: Trainingsprogramm isometrische und isotonische Gruppe

Isometrisch	Isotonisch
Leg-Extension Maschine	Leg-Extension Maschine
5x 45 Sekunden Hold bei 80% des MVIC	4x 8 Wiederholungen mit 80% des 8 Repetition Maximum
	4 Sekunden exzentrische und 3 Sekunden konzentrische Phase
1 Minute Pause zwischen den Sets	1 Minute Pause zwischen Sets
Hold 60° Knieflexion	Range of Motion zwischen 10° - 90° Knieflexion

Audiogerät mit Metronom für Tempovorgabe und verbaler Instruktion für Pausen und zur Konzentration	Audiogerät mit Metronom für Tempovorgabe und verbaler Instruktion für Pausen und zur Konzentration
2.5% mehr Gewicht als Progression	2.5% mehr Gewicht als Progression

Wenn alle Übungen mit dem gesetzten Gewicht durchgeführt werden konnten, und die Athleten das Gefühl hatten das Gewicht kann erhöht werden, wurden 2.5% Gewicht dazu genommen. Ansonsten blieb es für die Folgewoche gleich. Wenn nicht alle Übungen durchgeführt werden konnten wurde das Gewicht wieder gesenkt. Die Athleten wurden gebeten während den vier Wochen keine anderen Quadriceps-Übungen auszuführen, sie durften aber normal Trainieren, ins Fitness Gehen und an Spielen teilnehmen. Wenn Athleten Sessions ausgelassen haben, wurde die Last Observation Carried Forward (LOCF) Methode angewandt. Diejenigen Athleten, die gar keine Sessions durchgeführt hatten, wurden aus der Studie ausgeschlossen. Für Probanden, welche ihr Trainingstagebuch nicht zurückgegeben jedoch mindestens eine Session durchgeführt haben, wurde eine Intention-to-treat Analyse angewendet. Ihnen wurde einen pre-NRS und post-NRS Score von 5 gegeben, so dass der Unterschied Null war. Alle Daten wurden während der Spielsaison erhoben.

Resultate

Beim Baseline-Testing konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen festgestellt werden. Bei der Reduktion der Schmerzen, verglichen mit vor und nach dem Training, wurde jedoch ein signifikanter Unterschied festgestellt, wobei die isometrische Gruppe eine höhere Reduktion aufwies; $M = 1.8$ ($SA \pm 0.39$), und die isotonische, $M = 0.9$ ($SA \pm 0.25$).

Auch der VISA-P Score fiel nach vier Wochen höher aus als zu Beginn. Bei der isotonischen Gruppe stieg der Wert um 10.5 Punkte, und bei der isometrischen um 11.5. Da der minimal klinisch wichtige Unterschied (in Englisch MCID) jedoch bei 13 Punkten festgelegt wurde, waren diese Anstiege nicht signifikant. Auch zwischen den Gruppen wurde kein signifikanter Unterschied festgestellt.

Weiter gab es einen moderaten positiven Zusammenhang zwischen den Hauptveränderungen des NRS Scores in der ersten Woche und den Veränderungen des VISA-P Scores ($r^2 = 0.64$). 60% der Varianz der Veränderung des VISA-P Scores wird mit der schmerzlindernden Wirkung der Übungen in der ersten Woche erklärt.

Sonstige Outcomes

Es gab einen Unterschied zwischen den Gruppen bezüglich der Progression mit dem verwendeten Gewicht bei der Leg-Extension-Maschine, dieser fiel jedoch gering aus und liefert deshalb keine relevanten Informationen für diese Arbeit.

Methodologische Qualität

Die Studie wurde anhand der PEDro-Skala auf ihre Validität geprüft und erreichte einen Wert von 6/10 Punkten. Die Gründe für die fehlenden Punkte waren einerseits, dass die Probanden, die Therapeuten sowie die Untersucher nicht geblindet waren, andererseits war die Anzahl der Drop Outs zu hoch.

4.2.4 Corticosteroid injections, eccentric decline squat training an heavy slow resistance training in patellar tendinopathy (Kongsgaard, Kovanen, Asgaard, Doessing, Hansen, Laursen, Kaldau, Kjaer & Magnusson, 2009)

Studiendesign

Randomisierte kontrollierte einfach-geblindete Studie.

Ziel der Studie

Das Ziel dieser Studie war es, die Wirksamkeit von Kortison-Injektionen, exzentrischem Decline Squat Training und Heavy Slow Resistance Training bei Patella-Tendinopathien zu vergleichen. Sie wollten ausserdem herausfinden, wie sich diese Trainingsprogramme auf die Sehne auswirkten.

Methode

Für das vorliegende RCT wurden 52 männliche Hobby-Sportler zwischen 18-50 Jahren rekrutiert, welche eine chronische Patellasehnen Tendinopathie aufwiesen. Von diesen 52 erfüllten 39 die folgenden gestellten Kriterien.

Tabelle 13: Ein- und Ausschlusskriterien

Einschlusskriterien	Ausschlusskriterien
----------------------------	----------------------------

Diagnostizierte Tendinopathie	Kortison-Injektionen in den letzten 12 Monaten
Mehr als 3 Monate Schmerzen	Knieoperationen
Sehnenverdickung mindestens 1mm im Vergleich zur übrigen Sehne	Arthritis
Colour Doppler mit echo-armen Areal	Diabetes
Keine andere Intervention im Zeitraum von 4 Wochen	andere kniebetreffende Diagnosen

Die 39 Probanden wurden mittels computergeneralisierter Minimalisierung-Randomisierung in die folgenden drei Gruppen aufgeteilt: Kortison-Injektion (CORT), Eccentric Decline Squat (ECC) und Heavy Slow Resistance Training (HSR). Sowohl bei der CORT Gruppe als auch bei der ECC Gruppe gab es je einen Dropout, einmal wegen ferienbedingter Abwesenheit, das andere Mal wegen einem Knöchelverstauchung, die beim Sport zugezogen wurde. Bei Personen die bilateral betroffen waren, wurden die Werte des stärker betroffenen Knies gewählt. Die Interventionen wurden über einen Zeitraum von 12 Wochen durchgeführt, nach sechs Monaten folgte ein Follow-Up Fragebogen, diesen returnierten elf Probanden der CORT, neun der ECC und elf der HSR.

Intervention und Evaluation

Die CORT Gruppe erhielt eine Ultraschall-Injektion von 1 ml die Peritendinose, im Bereich der Tendinopathie. Die Injektionen erfolgten alle von medial. Eine zweite Injektion erfolgte vier Wochen später. Alle Injektionen wurden vom selben Arzt durchgeführt. Die Probanden wurden zu einer Sportpause für eine Woche nach der Injektion angehalten.

Es war allen Probanden erlaubt sich während der zwölfwöchigen Interventionsphase sportlich zu betätigen, sofern die Schmerzen 30mm auf der VAS Skala nicht überschritten. Für nach der Interventionsphase gab es keine Guidelines oder Interventionen. In der nachfolgenden Tabelle wird das Trainingsprogramm der EDS und der HSR Gruppe dargestellt.

Tabelle 14: Trainingsprogramm EDS und HSR

Exzentrischer Decline Squat (EDS)	Heavy Slow Resistance (HSR)
25° Decline Board	Power Rack Leg Press Hack Squat Machine
Während der gesamten Trainingszeit 3 Serien mit 15 Wiederholungen morgens und abends	Woche 1: 15x mit 4 Sets Woche 2 und 3: 12x mit 4 Sets Woche 4 und 5: 10x mit 4 Sets Woche 6 bis 8: 8x mit 4 Sets Woche 9 bis 12: 6x mit 4 Sets Das Training wurde an 3 Tagen die Woche aufgeführt
Exzentrische Phase 3 Sekunden, für Konzentrische Phase beide Beine brauchen.	Exzentrische Phase 3 Sekunden, Konzentrische 3 Sekunden, Gesamtzeit 6 Sekunden
2 Minuten Pause zwischen den Sets	2-3 Minuten Pause zwischen den Sets, zwischen den Übungen 5 Minuten Pause
Schmerz während des Trainings ist erlaubt, darf jedoch nicht schlimmer werden nach Beendigung des Trainings	Schmerz während des Trainings ist erlaubt, darf jedoch nicht schlimmer werden nach Beendigung des Trainings
	ROM bis 90° Flex
Programmdauer 12 Wochen	Programmdauer 12 Wochen
Rucksack mit Gewicht als Progression	Keine Angabe

Als Verlaufszeichen wurden der VISA-P, die VAS, die Bildgebung mit Ultraschall, eine Patellasehnen-Biopsie, mit Biochemischer Analyse des Kollagens sowie der Crosslinks verwendet. Als wichtigster Parameter wurde der VISA-P definiert, dieser wurde, zusammen mit dem VAS-Score, zu Beginn der Studie erhoben. Wiederholt wurde dieser Fragebogen in Woche Zwölf sowie nach sechs Monaten beim Follow-Up. Beim Follow-Up konnten die Probanden ausserdem angeben ob sie zufrieden waren mit den erzielten Resultaten. Der Ultraschall wurde in Woche Null und Zwölf ausgeführt.

Resultate

Zu Beginn der Intervention bestand zwischen keiner der drei Gruppen ein signifikanter Unterschied. Es wurde nicht unterschieden, ob die Tendinopathie näher zur Tibiainsertion oder der Patellainsertion lokalisiert war. Es gab auch beim Outcome keinen Unterschied diesbezüglich. Die Compliance bei der ECC Gruppe betrug $M = 89$ ($SA \pm 8\%$) und bei der HSR $M = 91$ ($SA \pm 5\%$). Alle Probanden erfüllten somit die als Minimum gesetzten 75% der Trainingseinheiten. In der CORT Gruppe erschienen alle Probanden zu beiden Konsultationen. Das durchschnittliche Aktivitätslevel hat sich in keinen der drei Gruppen während den zwölf Wochen verändert. VISA-P und VAS haben sich von Woche Null zu Zwölf signifikant bei allen Gruppen verbessert ($p < 0.05$), nach sechs Monaten wies nur die CORT Gruppe eine weitere signifikante negative Veränderung auf, diese Gruppe konnte weder beim VISA-P noch VAS die Verbesserung erhalten. Der VISA-P hat bei der CORT Gruppe mit $M = 64$ ($SA \pm 14$) gestartet und betrug nach sechs Monaten $M = 64$ ($SA \pm 22$). Die ECC Gruppe startete bei $M = 53$ ($SA \pm 13$) und stieg nach sechs Monaten auf $M = 76$ ($SA \pm 16$). Die HSR Gruppe begann bei einem VISA-P von $M = 56$ ($SA \pm 13$) und stieg auf $M = 86$ ($SA \pm 12$) an. HSR Gruppe wies somit die grössten Verbesserungen auf, dennoch waren diese nicht signifikant.

Der Wert des VAS betrug bei der CORT Gruppe beim Baseline-Testing $M = 58$ ($SA \pm 17$), nach sechs Monaten betrug der Wert $M = 31$ ($SA \pm 29$). Die ECC Gruppe startete bei $M = 59$ ($SA \pm 20$) und wechselte zu $M = 22$ ($SA \pm 17$). Bei der HSR Gruppe veränderte sich der VAS Wert von $M = 61$ ($SA \pm 15$) zu $M = 13$ ($SA \pm 16$), es zeigt sich somit dasselbe Bild wie bei VISA-P, HSR hat die stärkste Verbesserung erreicht, jedoch ist diese auch hier nicht signifikant. Beim Follow-Up waren $M = 36\%$ der CORT, $M = 22\%$ der ECC und $M = 73\%$ der HSR zufrieden, somit hat die HSR Gruppe signifikant bessere Werte erreicht als die anderen beiden Gruppen.

Sonstige Outcomes

Die Sehnendicke nahm von Woche Null bis Zwölf bei den Gruppen CORT und HSR signifikant ab ($p < 0.01$), jedoch nicht in der ECC Gruppe. Das Sehnen Gewebe sowie der Kollagenturnover normalisierten sich bei HSR und CORT mehr als bei ECC

Methodologische Qualität

Die Studie erreicht auf der PEDro-Skala eine Punktzahl von 7/10. Punkteabzug gab es hierbei für das fehlende Blinding der Probanden. Für die Therapeuten und die Untersucher wird dies nicht genau beschrieben, wodurch ebenfalls von keiner Blinding ausgegangen wird.

4.2.5 Do isometric and isotonic exercise programs reduce pain in athletes with patellar tendinopathy in-season? A randomised clinical trial (van Ark, Cook, Docking, Zwerver, Gaida, van den Akker-Scheek & Rio, 2016)

Studiendesign

Randomisierte kontrollierte Studie.

Ziel der Studie

Das Ziel der Vorliegenden Studie war es herauszufinden, ob ein isometrisches Trainings Programm und ein konzentrisch-exzentrisches Trainingsprogramm die Schmerzen von Sportlern mit Patellasehnen-Tendinopathie während der Volleyball- oder Basketballsaison verringern würde. Die Hypothese der Forschenden lautete, dass beide Trainingsprogramme die Schmerzen verringern würden, Isometrisches Training sich jedoch als effektiver erweisen würde.

Methode

Für dieses RCT wurden 29 Probanden ausgewählt, die in Victorian Volleyballiegen oder Basketballiegen spielen. Das Alter betrug 16-32 Jahre, davon waren 27 Männer und zwei Frauen. Die Probanden wurden an ihrem Trainingsort oder während einem Spiel rekrutiert. Die Diagnose wurde durch einen erfahrenen Physiotherapeuten gestellt.

Tabelle 15: Ein- und Ausschlusskriterien

Einschlusskriterien	Ausschlusskriterien
Schmerzen inferior oder superior der Patellasehne	Andere Kniepathologien

Vorgeschichte mit sportabhängigen Beschwerden am selben Ort	Patellasehnen Rupturen
3 Mal pro Woche Training	Andere entzündliche Erkrankungen
	Knochenveränderungen
	Diabetes Typ II
	Benutzung von Cortison in den letzten 12 Monaten
	In der Familie bekannte Hypercholesterinämie
	Chronischer Schmerz

Wenn die Probanden diese Kriterien erfüllten, wurde ihnen daraufhin ein Trainingsprogramm ausgehändigt. Die Randomisierung erfolgte mit einem blickdichten Umschlag in zwei Gruppen. Die isometrische Group umfasste 13 Probanden, die isotonische 16.

Intervention und Evaluation

Die Probanden wurden im demjenigen Fitnessstudio, in welchem sie ihr Training durchführen würden, instruiert. Es wurde ausserdem getestet wie viele Repetitionen möglich waren. Jede Woche wurden die Probanden persönlich oder am Telefon befragt, ob es Probleme mit dem Übungsprogramm gebe. Zu Beginn und nach vier Wochen, wurde die NRS, VISA-P und Global rating of change scale erfragt. Die NRS wurde auf dem SLDS erfragt. Die Global rating of change scale wurde für die Beurteilung der gesamten Verbesserung über die vier Wochen verwendet. Die Probanden wurden während des Trainings nicht überwacht. Folgendes sind die beiden Trainingsprogramme aus der Studie:

Tabelle 16: Trainingsprogramm isometrische und isotonische Gruppe

Isometrisch	Isotonisch
Leg-Extension Maschine	Leg-Extension Maschine
5x 45 Sekunden Hold bei 80% des MIVC	4x 8 Wiederholungen mit 80% des 8 Repetition Maximum. 1 Beinig jedoch für beide Beine nicht nur das betroffene.

	4 Sekunden exzentrische und 3 Sekunden konzentrische Phase
1 Minute Pause zwischen den Sets	15 Sekunden Pause nachdem beide Beine die Übung gemacht haben
Hold 60° Knieflexion	Keine Angabe
Audiogerät mit Metronom für Tempovorgabe und verbaler Instruktion für Pausen	Audiogerät mit Metronom für Tempovorgabe und verbaler Instruktion für Pausen
2.5% mehr Gewicht als Progression	2.5% mehr Gewicht als Progression
4 mal pro Woche Training	4 mal pro Woche Training
Programmdauer 4 Wochen	Programmdauer 4 Wochen

Wenn die Übung aufgrund von Schmerzen oder Überanstrengung nicht mehr möglich war, wurden die Probanden angewiesen, das Gewicht für die nächste Serie zu verringern und das Training auf diese Art abzuschliessen.

Es wurde ein Trainingstagebuch ausgeteilt, welches die absolvierten Trainingseinheiten aufzeigen sollte. Bei bilateralen Beschwerden wurde nur das Knie mit den stärkeren Symptomen untersucht.

Resultate

Die Patienten haben durchschnittlich $M = 81\%$ der möglichen Trainings durchgeführt. Der NRS bei der isometrischen Gruppe sank von $M = 6.3$ auf $M = 4$, dies bedeutet einen signifikanten Unterschied ($p < 0.05$). Bei der isotonischen Gruppe sank er von $M = 5.5$ auf $M = 2.0$; auch dies ist ein signifikanter Unterschied ($p < 0.05$). Zwischen den Gruppen bestand jedoch kein signifikanter Unterschied. Der VISA-P erhöhte sich bei der isometrischen Gruppe von $M = 66.5$ auf $M = 75.0$ und bei der isotonischen Gruppe von $M = 69.5$ auf $M = 79.0$, was ebenfalls ein signifikanter Unterschied darstellt ($p < 0.05$). Es ist jedoch auch hier kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen feststellbar.

Sonstige Outcomes

Die Global rating of change scale hat bei beiden Gruppen keine signifikanten Verbesserungen festgestellt.

Methodologische Qualität

Die Studie erreichte einen PEDro-Score von 5/10. Die Probanden sowie die Therapeuten waren nicht geblindet, dasselbe traf auf die Untersucher zu. Das Follow-Up konnte nur von weniger als den erforderlichen 85% der ursprünglichen Probanden gemessen werden. Es wurde weiter nicht nach der Intention-to-treat Methode analysiert, was zusätzlich einen Punktabzug ergab.

4.2.6 Heavy Slow Resistance Versus Eccentric Training as Treatment for Achilles Tendinopathy (Beyer, Kongsgaard, Kjaer, Ohlenschlaeger, Kjaer & Magnusson, 2015)

Studiendesign

Randomisierte kontrollierte Studie.

Ziel der Studie

Das Ziel der Studie war es, die Effektivität von exzentrischem (ECC) und Heavy Slow Resistance Training (HSR) bei Patienten mit einer Achillessehnen-Tendinopathie zu vergleichen. Dies wurde über einen Zeitraum von 52 Wochen gemessen.

Methode

Für das vorliegende RCT wurden insgesamt 58 Freizeitsportler, davon 32 Männer und 15 Frauen in der Altersspanne 18-60, mit einer diagnostizierten chronischen unilateralen Tendinopathie rekrutiert. Die Diagnose wurde mittels dem Victorian Institute of Sports Assessment-Achilles (VISA-A), der Visual Analog Scale (VAS) sowie einem körperlichen Untersuchung gestellt. Die Tabelle enthält die weiteren Ein- und Ausschlusskriterien.

Tabelle 17: Ein- und Ausschlusskriterien

Einschlusskriterien	Ausschlusskriterien
Positiver Ultraschall (Anterior-Posteriore Verdickung im mittleren Teil der Achillessehne, schwächeres Echo an einer Stelle sowie ein farbdoppler Effekt an der Stelle mit Schwächerem Echo.	Zeit die zwischen einer anderen Behandlung verstrichen ist weniger als 4 Monate

Länger als 3 Monate Beschwerden	Kortison-Injektion in den vergangenen 12 Monaten
	Beidseitige Tendinopathie
	Tendinopathie am Sehnen Ansatz
	Systemerkrankung (z.B. Rheumatiode Arthritis oder Diabetes)
	Operationen
	Verletzung der Unteren Extremität oder Knöchel

Um die Probandenanzahl zu ermitteln, wurde eine Berechnung der Stichproben- grösse auf Basis des VISA-A ausgeführt. Jede Gruppe musste mindestens 18 Pro- banden umfassen. Die Gruppen wurden mittels eines Computerprogramms rando- misiert. Die ECC Gruppe umfasste 30 und die HSR Gruppe 28 Probanden. Von den ursprünglich 58 Probanden haben 47 die Studie bis zum Schluss durchgeführt.

Intervention und Evaluation

Tabelle 18: Trainingsprogramm ECC und HSR

Exzentrisch (ECC)	Heavy Slow Resistance (HSR)
Calfrises auf Treppe mit Gestrecktem Bein. Calfrises auf der Treppe mit flektiertem Knie.	Calfrises in der Seated calfrises Ma- schine Calfrises mit dem Vorfuß auf einer Ge- wichtsscheibe stehend im Powerrack Calfrises in der Legpress mit gestreck- ten Beinen
Über den gesamten Trainingszeitraum 3 Sets mit 15 Wiederholungen. Mor- gens und abends.	Woche 1: 15x mit 3 Sets Woche 2 und 3: 12x mit 3 Sets Woche 4 und 5: 10x mit 4 Sets Woche 6 bis 8: 8x mit 4 Sets

	Woche 9 bis 12: 6x mit 4 Sets Das Training wird an 3 Tagen die Woche durchgeführt.
Exzentrische Phase 3 Sekunden, für konzentrische Phase beide Beine brauchen.	Exzentrische Phase 3 Sekunden, Konzentrische 3 Sekunden, Gesamt Zeit 6 Sekunden
2 Minute Pause zwischen den Sets zwischen den Übungen 5 Minuten Pause	2-3 Minuten Pause zwischen den Sets, zwischen den Übungen 5 Minuten Pause
Programmdauer 12 Wochen Progression Rucksack mit Gewicht	Programmdauer 12 Wochen Progression Wöchentlich, falls Patient dies toleriert
Schmerz während der Übung ist bis 50mm auf der VAS erlaubt, muss jedoch bis zu nächsten Trainingseinheit wieder weg sein	Schmerz während der Übung ist bis 50mm auf der VAS erlaubt, muss jedoch bis zu nächsten Trainingseinheit wieder weg sein

Die Probanden führten ein Trainingstagebuch in dem Gewicht, der Anzahl Wiederholungen sowie der Dokumentation der Trainingseinheiten. Sportliche Aktivitäten ausserhalb des Interventionsprogramms waren nach drei Wochen erlaubt, sollten jedoch nicht 30mm auf der VAS-Skala übersteigen. Der VISA-A Fragebogen wurde zusammen mit einem Physiotherapeuten in den Wochen Null, Zwölf und 52 durchgeführt. Es wurde neben dem VISA-A auch die VAS gefragt beim Laufen sowie Calfrises. VAS wurde während dem Laufen und fünf Calfrises auf der Treppe erfragt.

Resultate

Es gab vor der Intervention keine signifikanten Unterschiede bezüglich dem VAS-Score oder VISA-A zwischen den zwei Gruppen. Der VISA-A hat sich wie folgt verändert: Beim Baseline-Testing betrug der Wert der ECC Gruppe $M = 58$ ($SA \pm 3.9$), derjenige der HSR Gruppe $M = 54$ ($SA \pm 3.2$). Nach 52 Wochen stieg er bei der ECC Gruppe auf $M = 84$ ($SA \pm 3.5$) an und bei der HSR Gruppe auf $M = 89$ ($SA \pm 2.8$).

Der VAS-Score betrug beim Baseline-Testing der ECC Gruppe $M = 49$ ($SA \pm 5.5$) und bei der HSR Gruppe $M = 54$ ($SA \pm 5.4$). Nach 52 Wochen betrug er bei der ECC Gruppe $M = 12$ ($SA \pm 4.2$) und bei der HSR Gruppe $M = 5$ ($SA \pm 2.6$). Es konnten also beide Interventionen bei VISA-A und VAS signifikante Verbesserungen erzielen. HRS hat die grösseren Verbesserungen erzielt, jedoch sind diese nicht gross genug für einen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen. Der Durchmesser der Achillessehne hat zwar bei beiden Gruppen abgenommen, aber auch hier zeigen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen. Einzig bei der Patientenzufriedenheit konnte man einen signifikanten Unterschied zwischen der ECC und der HSR Gruppe ausmachen, nach 12 Wochen betrug diese beim ECC $M = 80\%$ und beim HSR $M = 100\%$, nach 52 Wochen $M = 76\%$ beim ECC und $M = 96\%$ beim HSR.

Sonstige Outcomes

Die Sehnendicke hat sowohl bei ECC als auch HSR abgenommen, es konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen festgestellt werden.

Methodologische Qualität

Die Studie erreichte 6/10 Punkte auf der PEDro-Skala. Zu bemängeln waren folgende Punkte: Die Probanden, Therapeuten und Untersucher waren nicht geblin- det. Es wurde ausserdem nicht erwähnt ob alle Probanden, die für die Ergebnismessungen zur Verfügung standen, die zugeordnete Behandlung oder Kontrollanwendung erhielten. Der letzte Punkt waren zu viele Dropouts, so dass die geforderten 85% nicht erreicht wurden.

4.3 Bewertung anhand der PEDro-Skala

Wie im Unterkapitel methodologische Qualität der Zusammenfassungen ersichtlich, wurden die Hauptstudien anhand der PEDro-Skala auf ihre Validität überprüft. In der nachfolgenden Tabelle ist eine Übersicht aller Studien zur erreichten Punktzahl ersichtlich. Die ausgefüllten PEDro-Skalen sind dem Anhang ersichtlich.

Tabelle 19: Punkteübersicht PEDro-Skala

Studie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
Van Ark et. AI (2016)	X	X	X	X	-	-	-	-	-	X	X	5/10
Rio et. AI (2017)	X	X	X	X	-	-	-	-	X	X	X	6/10
Rio et. AI (2015)	-	X	X	X	-	-	X	-	-	X	X	6/10
Konsgaard et. AI (2009)	-	X	-	X	-	-	X	X	-	X	X	7/10
Beyer et. AI (2015)	X	X	-	X	-	-	-	-	X	X	X	6/10
Young et. AI (2005)	X	X	X	X	-	-	-	X	-	X	X	6/10

Anmerkung:

- X: Die Frage kann mit Ja beantwortet werden
- -: Die Frage kann mit Nein beantwortet werden

Frage 1 wird nicht verwendet, um die PEDro-Punktzahl zu berechnen. Somit sind maximal 10 Punkte zu erreichen.

5. Diskussion

5.1 Ziele

In der unten aufgeführten Tabelle wurden erneut alle Hauptstudien aufgelistet. Das Studienziel und die Erreichung des Studienziels anhand der Antworten Ja und Nein wurden ebenfalls aufgeführt. Dies soll als groben Überblick für den Diskussionsteil dienen.

Tabelle 20: Ziel und Zielerfüllung der Studien

Studie	Ziel	Ziel erfüllt Ja/Nein
Rio et. al (2015)	Sofortige Schmerzlinderung der Tendinopathie anhand isotonischer oder isometrischer Übungen.	Ja, für die isometrischen Übungen wurde das Ziel erfüllt.
Young et al (2005)	Kurz- und Langzeit Effekte eines Eccentric Decline Squat Trainingsprogramm und eines traditionellen exzentrischen Trainingsprogramms während der Saison.	Ja, kurz- und Langzeit Effekte wurden erreicht
Rio et. al (2017)	Der sofortige Effekt eines isometrischen und isotonischen Trainingsprogrammes auf eine Patellatendinopathie. Effekt der Trainings auf Schmerz und VISA-P vergleichen.	Bezogen auf die Schmerzen ja, VISA-P nein
Kongsgaard et. al (2009)	Herauszufinden wie sich die 3 Behandlungsmethoden (CORT, ECC und HSR) strukturell und funktionell auf eine Patella-Tendinopathie auswirken	Ja, es konnte aufgezeigt werden, dass ECC und HSR der CORT im Bereich Funktionalität überlegen sind
Van Ark (2016)	Zu sehen ob isometrische oder/und isotonische Übungen schmerzsenkend wirken bei Athleten mit Patella-Tendinopathie In-Season.	Ja, beide Interventionen wirken schmerzsenkend.
Beyer (2015)	Die Hypothese zu prüfen, ob HSR dem ECC überlegen ist.	Ja, Frage konnte beantwortet werden, HSR ist dem ECC nur im Bereich der Patientenzufriedenheit überlegen.

5.2 Population

In nachfolgender Tabelle wurde eine Übersicht über die Probanden erstellt. Aus dieser Tabelle kann man das Alter, sowie die Teilnehmerzahl bei der Rekrutierung und die Anzahl Probanden, welche bis zum Ende der Studie teilgenommen haben entnehmen

Tabelle 21: Übersicht Population

Studie	Teilnehmer (Geschlecht)	Teilnehmerzahl Nach Dropouts	Alter
Van Ark et. al (2016)	29 (27 Männer, 2 Frauen)	20	16 – 32 Jahre
Rio et. al (2017)	29	20 (18 Männer, 2 Frauen)	Alle über 16
Rio et. al (2015)	6 (alles Männer)	6	18 – 40 Jahre
Kongsgaard et. al (2009)	52 (alles Männer)	31	18 - 50 Jahre
Beyer et. al (2015)	58	40	18 – 60 Jahre
Young et. al (2005)	17 (13 Männer, 4 Frauen)	17	18 – 35 Jahre

Wie man der Tabelle 21 entnehmen kann, gibt es teilweise eine grosse Altersspanne zwischen den Teilnehmenden, dies wurde aufgrund der Theorie in diesem Ausmass nicht erwartet. In der Theorie hiess es, dass die meisten betroffenen zwischen 15-30 Jahren alt sind (Worp et al., 2012). In der Studie von Beyer et al. (2015) betrug der Altersdurchschnitt 48 Jahre, bei Kongsgaard et al. (2009) 32.4 Jahre. Bei van Ark et al. (2016) und Rio et al. (2015) war der Altersdurchschnitt wesentlich geringer, für Young et al. (2005) und Rio et al. (2017), gab es leider keine Angabe zum Durchschnittsalter. Rio et al. (2017) gab leider nicht einmal eine Altersspanne an, die Angabe lautete lediglich über 16 Jahre, dies erschwerte natürlich eine Analyse. Ein Grund für die unterschiedlichen Werte könnte die unterschiedliche Population sein, bei Kongsgaard et al. (2009) und Beyer et al. (2015) wurden Hobbysportler untersucht, die anderen Studien beschäftigten sich mit Sportlern die mindestens drei Mal wöchentlich trainieren. Da die beiden Studien mit den höchsten Altersdurchschnitten die grösste Stichprobe hatten, musste man diese Ergebnisse natürlich höher gewichten. Der höher als angenommene Altersdurchschnitt war wichtig für den Praxistransfer, da er aufzeigte, dass in der Praxis

auch mit älteren Klienten mit dieser Pathologie gerechnet werden muss, auch wenn dies der Theorie tendenziell widerspricht.

In allen ausgewählten Studien waren die Männer stärker vertreten. Dies würde zum theoretischen Hintergrund dieser Arbeit passen, da gemäss van der Worp et al. (2012) Männer stärker von Patellasehnen-Tendinopathien betroffen sind.

Die analysierten Studien, weisen geografisch gewisse Limitationen auf, Beyer et al. (2015) und Kongsgaard et al. (2009) haben beide Probanden aus Kopenhagen und Umgebung untersucht, während die Probanden der restlichen vier Studien alle in Australien in der selben Liga spielten. Diese Limitation wurde allerdings als gering eingeschätzt. Es gab im theoretischen Hintergrund keine Hinweise, dass man diese Ergebnisse nicht auf andere Industrienationen übertragen könnte. Es wäre jedoch von grossem Interesse gewesen zu wissen, welche Sportarten die Probanden in den Studien von Kongsgaard et al. (2009) und Beyer et al. (2015) praktizierten, um zu sehen ob dies mit der gesichteten Literatur übereinstimmt.

Wie man der Tabelle 21 ebenfalls entnehmen konnte, hatten die meisten Studien eine relativ kleine Probandenzahl, diese wirkte sich natürlich negativ auf die Aussagekraft dieser Studien aus. Hierbei konnte vor allem die Ergebnisse der Studie von Rio et al. (2015) vernachlässigen, da eine Studie mit einer Stichprobengrösse von sechs Personen kaum aussagekräftig war. Beyer et al. (2015) und Kongsgaard et al. (2009) hatten beide eine Berechnung der Stichprobengrösse durchgeführt. Die Berechnung von Beyer et al. (2015) kam zum Schluss, dass mindestens 18 Probanden pro Gruppe gebraucht würden, dies wird knapp erreicht. Die Berechnungen von Kongsgaard et al. (2009) verlangten acht Probanden pro Gruppe um signifikante Unterschiede sichtbar zu machen, dies erschien als eine ziemlich kleine Anzahl, vor allem im Vergleich mit Beyer et al. (2015). Die geringe Stichprobengrösse wurde von Kongsgaard et al. (2009) selbst als Limitation der Studie angegeben.

5.2.1 Ein- und Ausschlusskriterien

Die Ein- und Ausschlusskriterien überschnitten sich bei fast allen untersuchten Studien stark, dies machte einen Vergleich überhaupt erst möglich. Bei allen Studien abgesehen von Beyer et al. (2015), wurden bilaterale Tendinopathien inkludiert, dies könnte einen Einfluss auf das Outcome gehabt haben, ist für die Praxis jedoch praktikabler. Kortison-Injektionen waren bei allen Studien ein Ausschlusskriterium,

abgesehen von Rio et al. (2015), welche die Ausschlusskriterien sehr vage formulierte und natürlich bei Kongsgaard et al. (2009) welcher eine Kortison Injektion Gruppe mit analysierte. Bei Rio et al. (2015) fand man die üblichen Einschlusskriterien, jedoch gab es in dieser Studie fast keine Ausschlusskriterien, abgesehen vom Alter und die Nicht-Einnahme von Medikamenten. Die Angabe bezüglich der Medikamente war leider ebenfalls sehr vage und es war unklar, welche Medikamente damit gemeint waren. Bei den Ausschlusskriterien von van Ark et al. (2016) stach der chronische Schmerz ins Auge. Dies widersprach in gewissem Masse den Einschlusskriterien dieser Studie, da diese einen Schmerz von mindestens drei Monaten voraussetzten, so stellte sich die Frage, ab welchem Zeitpunkt die Schmerzen als chronisch bezeichnet werden können. Die Studie von van Ark et al. (2016) wurde weiter eingeschränkt, durch das Fehlen einer Diagnosestellung mittels Ultraschall. Bei allen anderen Studien wurde diese angewandt. Das Messen der Sehnenstärke war einer der Hauptdiagnosepunkte einer Tendinopathie und stellte somit ein zentrales Einschlusskriterium dar.

5.2.2 Rekrutierung

Tabelle 22: Übersicht Rekrutierung

Studie	Art der Rekrutierung
Van Ark et. al (2016)	Nach Training oder Volleyball/Basketballspiel
Rio et. al (2017)	Wurden bei Subelite und Elite Spielen beim Volleyball/Basketball rekrutiert.
Rio et. al (2015)	Wird nicht detailliert beschrieben.
Kongsgaard et. al (2009)	Selbst Anmeldung nach Empfehlung, nicht genauer beschrieben.
Beyer et. al (2015)	Vom Institute of Sports Medicine, Bispebjerg Hospital, Copenhagen, Denmark
Young et. al (2005)	Athleten wurden während eines Volleyball-Spiels rekrutiert

In dieser Tabelle wird ersichtlich, dass die Probanden beim grössten Teil der Studien während oder direkt nach dem aktiven Ausüben des Sports rekrutiert wurden. Bei fast allen Studien waren Volleyballspieler beteiligt, bei van Ark et al. (2016) und Rio et al. (2017) kamen zusätzlich noch Basketballer dazu. Diese Auswahl der

Probanden vereinfachte den Vergleich zwischen den Studien, da die Probanden sehr ähnlichen sportlichen Sprung- und Landebelastungen ausgesetzt waren. Einzig Kongsgaard et al. (2009) und Beyer et al. (2015) machten keine Aussage bezüglich ihrer Probandenauswahl und deren sportlichen Hintergrund, diese sollte jedoch im Hinblick auf die Intervention keinen Unterschied machen, da es die Intervention und nicht die Ursache untersucht wurde.

5.3 Messinstrumente/Variablen

Folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die von den Untersuchern gewählten Variablen zur Messung ihrer Interventionen.

Tabelle 23: Übersicht Variablen

Variablen	Van Ark	Rio (2017)	Rio (2015)	Kongsgaard	Beyer	Young
VISA-P	X	X	X	X		X
VISA-A					X	
VAS/NRS	X	X	X	X	X	X
MVIC			X			
GRC	X					
SICI			X			
Sehnendicke				X	X	
Patienten-zufriedenheit				X	X	
Gewicht an Leg Press Maschine			X			

Für die vorliegende Arbeit waren der VISA-Score und der VAS-Score die Hauptverlaufszeichen zur Beantwortung der Fragestellung. Für die Patienten im Praxisalltag stand meist die Schmerzlinderung und die Wiederaufnahme ihres Hobbys im Vordergrund, mit dem VISA und VAS kann man dies ohne grösseren Aufwand messen und als Verlaufszeichen verwenden. Dies führte dazu, dass das Hauptaugenmerk auf diese beiden Punkte gelegt wurde.

Abgesehen von van Ark et al. (2016) hatten alle Studien die Sehnendicke als Diagnosemittel verwendet. Als Verlaufszeichen hatten jedoch nur Beyer et al. (2015)

und Kongsgaard et al. (2009) diese Angaben verwendet. Die Sehnendicke veränderte sich bei beiden, dieser Studien. Dies hätte es interessant gemacht, andere Studien mit demselben Verlaufszeichen als Vergleich zu haben. Kongsgaard et al. (2009) hatte als einzige Studie mit einer Sehnenbiopsie gearbeitet, welche interessante Resultate geliefert hat. Die Kollagenkonzentration hatte sich zum Beispiel nur beim HSR-Training normalisiert. Ebenso wie die Sehnendicke, wäre auch die Biopsie eine interessante Vergleichsvariable gewesen, um zu sehen, wie sich der Schmerz und die Funktionseinschränkung im Vergleich zum betroffenen Gewebe verhielten. Da von den sechs analysierten Studien jedoch nur zwei, beziehungsweise nur eine, mit diesen Parametern arbeitete, wurde entschieden, diese Resultate nicht miteinzubeziehen. Rio et al. (2015) und Rio et al. (2017) verwendeten die Kraftsteigerung als Verlaufszeichen. Rio et al. (2015) mass die isometrische Kontraktion während der gesamten Studie, bei Rio et al. (2017) war das Gewicht bei der Leg Press Maschine als ein Verlaufszeichen gewählt. Van Ark et al. (2016) hatte eine Messung für maximal Kraft durchgeführt, um das Startgewicht für die Übungen zu bestimmen, in der Studie wurde jedoch nicht weiter beschrieben wie diese Messung ausgeführt wurde oder sich diese Werte während der Studie veränderten.

Beyer et al. (2015) war sich der Problematik der fehlenden Kraftwerte bewusst, da er dies bei den Limitationen beschrieb. Er kam zum Schluss, dass es schwierig gewesen wäre eine Kraftmessung an einem schmerzhaften Gelenk durchzuführen und aussagekräftige Resultate zu erzielen. Dies ist ein verständliches Argument da aber fast alle der gesichteten Studien mit einem Trainingstagebuch arbeiteten, wäre es ein leichtes gewesen diese Daten zu vergleichen und in die Studien einzubauen. Dies hätte für den Transfer in die Praxis einen sehr interessanten Parameter dargestellt, insbesondere bezüglich Erwartungshaltung einer Behandlung. Zu kritisieren gab es bei Beyer et al. (2015) und Kongsgaard et al. (2009) den Parameter Patientenzufriedenheit, dieser wurde in keiner Tabelle erwähnt, tauchte jedoch plötzlich in den Resultaten auf. Es wird nicht beschrieben wie diese erfragt oder erhoben wurde.

Tabelle 24: Übersicht der Validität und Reliabilität der Studien

	VISA-P	VISA-A	VAS/NRS	Ultraschall
Validität	Gut	Gut	Gut	Gut
Reliabilität	Gut	Gut	Gut	Gut

In Tabelle 24 wurde die Validität und sowie die Reliabilität der Hauptparameter VISA-P, VISA-A VAS und NRS dargestellt. Zusätzlich wurde der Ultraschall als Parameter ebenfalls auf die Validität und Reliabilität untersucht, da dieser ebenfalls ein wichtiger Parameter bezüglich der Sehnenfunktion darstellt. Zur Untersuchung des VISA-A wurde die Studie von Robinson et al. (2001) verwendet, für VISA-P diejenige von Zwerver et al. (2009). Die Validität und Reliabilität der VAS und NRS Skala wurde anhand der Studie von Alghadir et al. (2018), und diejenige des Ultraschalls anhand der Studie von Barfod et al. (2018) geprüft.

5.4 Intervention

Drei der gewählten Hauptstudien beinhalteten Trainingsprogramme mit isometrischen und isotonischen Übungen für eine Patella-Tendinopathie. Die Trainingsprogramme von Rio et al. (2015) und Rio et al. (2017) unterscheiden sich hierbei nur minimal. Ein Unterschied stellten die verwendeten Geräte dar, Rio et al. (2015) nutzte den Biodex Pro für die isometrischen und die Leg-Extension-Maschine für die isotonischen Übungen. Bei Rio et al. (2017) wurde beide Male die Leg-Extension-Maschine verwendet. Die Anzahl der Repetitionen war ebenfalls bei beiden Gruppen gleich, nur die Pause zwischen den Sets war bei Rio et al. (2015) länger. Ebenfalls das MVIC und das Acht-Repetitionen-Maximum wurden leicht abweichend definiert. Der Hauptunterschied zwischen diesen beiden Studien stellte Durchführungsdauer und Durchführungsanzahl der Übungsprogramme dar. Rio et al. (2015) liess die Probanden das Übungsproblem nur einmalig durchführen, um danach die sofortige Schmerzlinderung und die Kraft zu messen. Bei Rio et al. (2017) hingegen wurde das Programm viermal wöchentlich über vier Wochen ausgeführt. Somit war es schwer die Resultate dieser beiden Studien zu vergleichen, obwohl das Trainingsprogramm sehr ähnlich gewählt wurde.

Die dritte isometrische und isotonische Studie von van Ark et al. (2016) lies sich sehr gut mit derjenigen von Rio et al. (2017) vergleichen, da beide Studien eine

Interventionsdauer von vier Wochen wählten und beide Interventionsgruppen, die Trainingsprogramme viermal wöchentlich durchführten. Weiter sind Rio et al. (2017) und van Ark et al. (2016) die einzigen beiden Studien, bei welchen die Probanden nicht überwacht wurden während der Durchführung ihrer Trainingsprogramme. Der Zeitpunkt und der Tag der Durchführung konnten von den Probanden selbst bestimmt werden. Einer der wenigen bestehenden Unterschiede war, dass die isotoni-sche Gruppe bei van Ark et al. (2016) Übung an der Leg-Extension Maschine ein-beinig ausführten, somit veränderte sich auch die Pause zwischen den Sets. Bei van Ark et al. (2016) betrug diese 15 Sekunden und bei Rio et al. (2017) eine Mi-nute. Ein anderer Unterschied bestand in den Follow-Up Messungen. Rio et al. (2017) wiederholte als Follow-Up das Ausfüllen des VISA-P Fragebogens, van Ark et al. (2016) hingegen erhob alle Outcome Messungen erneut.

Die Studien von Young et al. (2005), Beyer et al. (2015) und Kongsgaard et al. (2009) untersuchten alle das exzentrische Training, wobei sie dieses jeweils inner-halb der Studie mit noch weiteren Trainingsformen verglichen. Young et al. (2005) wählte den EDS und das exzentrische Training mit dem Step als Vergleich. Kongsgaard et al. (2009) verglich das HSR Training mit dem EDS. Beyer et al. (2015) verglich das HSR mit dem klassischen exzentrischen Training nach Alfred-son, wobei dies die einzige Studie zur Achillessehnen-Tendinopathie ist.

Young et al. (2005) und Kongsgaard et al. (2009) bildeten beide jeweils eine Inter-ventionsgruppe mit dem EDS, wobei sich die Anzahl Repetitionen, Sets, sowie die Trainingsdauer und Trainingsanzahl nicht unterschieden. Die Pausen zwischen den Sets konnten leider nicht verglichen werden, da Young et al. (2005) diesbezüglich keine Angaben machte. Bei beiden Studien sollten die Interventionen mit leichten Schmerzen durchgeführt werden, wobei bei beiden Studien diese Angabe nicht ge-nauer definiert wurde. Das HSR von Kongsgaard et al. (2009) und Beyer et al. (2015) war ebenfalls sehr ähnlich aufgebaut, mit dem Unterschied, dass sich das Programm von Beyer et al. (2015) auf die Achillessehne bezog und das von Kongsgaard et al. (2009) auf die Patella-Sehne. Somit unterschied sich die Übungsauswahl, die Repetitionen und Sets waren jedoch beinahe identisch. Auch die Trainingsdauer und Trainingsanzahl war gleich. Auch hier war bei beiden Inter-ventionsgruppen ein Schmerz während des Trainings erlaubt, wobei dieser bei

Beyer noch genauer definiert war. Beyer et al. (2015) gibt ebenfalls eine Vorgabe bezüglich der Progression, welche bei Kongsgaard et al. (2009) fehlte. Die Step-Gruppe von Young et al. (2005), sowie die exzentrische Gruppe von Beyer et al. (2015) konnte in keinen direkten Zusammenhang mit Interventionsgruppen anderer Studien gestellt werden, da zu wenig Gemeinsamkeiten bestanden.

5.5 Blinding

Wie in der Tabelle 19 zur Übersicht der PEDro-Skalen ersichtlich ist, konnte das Blinding bei kaum einer Studie für die Probanden, Untersucher oder Therapeuten durchgeführt werden. Dies war jedoch zu vermuten, da bei den gewählten Interventionen ein Blinding der Probanden schwierig wäre, da diese von Beginn an wussten, welche Übungen sie durchführen werden. Das gleiche galt für das Blinding der Therapeuten. Auch diese wussten, welche Interventionen sie den Probanden instruierten, wodurch ein Blinding unmöglich war. Die Studien von Rio et al. (2015) und Kongsgaard et al. (2009) waren die einzigen Studien, welche ein Blinding der Untersucher erreichten. Bei Rio 2015 bezog sich dies jedoch nur auf den Untersucher des TMS, hierbei war ein Blinding einfach umsetzbar, da es keine Unterschiede in der Art der Datenerhebung gab zwischen beiden Gruppen, so konnte der Untersucher keine Schlüsse zur Gruppenzugehörigkeit ziehen. Bei Kongsgaard et al. (2009) wurde der Ultraschall, das MRI sowie die Patella-Sehnen-Biopsie ebenfalls geblindet durchgeführt, was aus demselben Grund wie bei Rio et al. (2015) sehr gut möglich war. Im Endeffekt konnte man jedoch sagen, dass im Falle dieser Studien das fehlende Blinding keinen Einfluss auf das Outcome hatte, da die Transparenz der Interventionen den Effekt der Übungen oder deren Ausführung nicht beeinflusst hat.

5.6 Follow-Up Zeiten

Tabelle 25: Übersicht Follow-Up Zeit und Intervention

Studie	Follow Up- Zeit	Messungen bei Follow-Up
Young et. al (2005)	12 Monate	VISA-P und VAS

Rio et. al (2015)	45 min postintervention	Follow-Up bezog sich auf einmalige Intervention
Rio et. al (2017)	4 Wochen	VISA-P und Abgabe des Trainings-Tagebuch
Van Ark et. al (2016)	4 Wochen	VISA-P und VAS
Kongsgaard et. al (2009)	6 Monate	VISA-P und VAS
Beyer et. al (2015)	12 Monate	VISA-A, VAS, Doppler und Sehnendicke

Der Zeitpunkt des Follow-Ups unterschied sich bei allen Studien ausser bei Rio et al. (2017) und van Ark et al. (2016). Die Studie von Rio et al. (2015) wies hierbei mit Abstand das kürzeste Follow-Up auf, dies erklärte sich damit, dass in dieser Studie nur der Kurzzeiteffekt untersucht wurde.

Die gewählten Interventionen für das Follow-Up hingegen überschritten sich bei fast allen Studien und bestanden darin, den VAS-Score und den VISA-Score erneut zu erheben. Die Studie von Young et al. (2005) gab hierbei leider keine Informationen, unter welchen Bedingungen diese Daten erneut erhoben wurden, was die Interpretation des Follow-Ups erschwerte.

Die Studie von Beyer et al. (2015) mass als Einzige nach 52 Wochen die Sehnendicke anhand des Ultraschalls erneut.

5.7 Resultate

In dieser Arbeit wurden fünf Studien mit einer Patellasehnenentendinopathie und eine mit einer Achillessehnenentendinopathie verglichen, zu Beginn dieser Arbeit wurde diese Thematik besprochen. Gemeinsam mit dem Betreuer dieser Arbeit, Prof. Dr. Hannu Luomajoki kam man zum Schluss, dass diese beiden Sehnen ähnliche Funktionen aufweisen und deshalb vergleichbar sind. Beide Sehnen haben die besondere Eigenschaft der Energiespeicherung, dies wurde bereits im Theoretischen Hintergrund beschrieben. Das beide Sehnen einen VISA Fragebogen haben, hat diese Entscheidung ebenfalls beeinflusst. Durch die definierten Ein- und Ausschlusskriterien mussten alle Studien die VAS/NRS und VISA verwenden, um einen objektiven Vergleich zu ermöglichen.

Die Resultate der einzelnen Studien waren sehr interessant, es hatten alle Trainingsprogramme bei allen Studien eine signifikante Verbesserung in der VAS/NRS und VISA bewirkt. Abgesehen von Rio et al. (2015) gab es zwischen den Gruppen jedoch keine signifikanten Unterschiede beim VAS/NRS oder VISA. Bei Rio et al. (2015) hatte die isometrische Gruppe 45 Minuten präintervention nicht nur eine signifikante Verbesserung auf der VAS bewirkt, sie war ebenfalls signifikant besser als bei der isotonischen. Diese Studie bestand jedoch nur aus sechs Probanden und nur einer Trainingseinheit. Deshalb war die Aussagekraft dieser Studie sehr limitiert. Van Ark et al. (2016) verwendete genau dasselbe Trainingsprogramm, wählte jedoch ein Follow-Up von 4 Wochen, bei dieser Studie konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen feststellen werden, jedoch hatten beide Gruppen signifikante Verbesserungen vorzuweisen. Rio et al. (2017) konnte ebenfalls signifikante Verbesserungen bei VISA-P und VAS erreichen jedoch keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen. So konnte der Effekt von Rio et al. (2015) nicht wiederholt werden.

Auch bei Young et al. (2005) konnte der VAS sowie der VISA Score während der Intervention und beim Follow-Up signifikant verbessert werden. Es wurden jedoch für keinen der Messzeitpunkte konkrete Zahlen genannt, was den Vergleich zwischen den Studien erschwert. Lediglich aus zwei Tabellen war ersichtlich, dass ein Unterschied zwischen den Gruppen bestand, dieser war jedoch, wie bei den meisten Studien als nicht signifikant gekennzeichnet.

Die Unterschiede in den Trainingsprogrammen vielen besonders auf, trotzdem erreichten alle Studien ihr Ziel. Die grössten Unterschiede konnten bei der Follow-Up Dauer sowie bei der Anzahl Übungen festgestellt werden. Van Ark et al. (2016) hatte bereits nach vier Wochen eine signifikante Verbesserung bei den entscheidenden Parametern erreicht. Zudem verwendete er ein Trainingsprogramm mit sehr wenigen Übungen. Beyer et al. (2015) und Kongsgaard et al. (2009) hatten ein Programm mit mehr Übungen und einem sehr viel späteren Follow-Up gewählt, bei beiden Studien wurden signifikante Verbesserungen in allen für diese Arbeit relevanten Gruppen und Parametern erzielt. Nun stellte sich jedoch die Frage, wie viele Übungen ein Trainingsprogramm enthalten muss, um effektiv zu sein. Dieser Punkt ist im Hinblick auf die Compliance nicht ausser Acht zu lassen. Die gesichtete

Theorie lies ebenfalls keine Schlussfolgerung über die nötige Intensität zu. Im erstellten Trainings-Handout wurde auf diesen Punkt bei den Pro und Contra Faktoren eingegangen, diese sollten bei der Entscheidung, welches Programm für welchen Patient am besten geeignet ist, helfen.

Anhand dieser Arbeit konnte eine Aussage zur Bewertung der Trainingskonzepte gemacht werden. Isometrisch, Isotonisch, ECC und HSR hatten alle signifikante Verbesserungen erreicht. Die Unterschiede zwischen diesen Gruppen waren jedoch zu gering, um signifikant zu sein.

5.8 Limitationen

Was bei allen Studien als klare Limitation aufgelistet war, war die kleine Anzahl an Probanden. Vor allem die Studie von Rio et al. (2015) hatte ein sehr kleines Teilnehmerfeld, wodurch man die Resultate dieser Studie kaum berücksichtigen konnte. Es wurde jedoch auch in den anderen Studien betont, dass zum weiteren Forschungszweck mehr Studien mit einem grösseren Teilnehmerfeld durchgeführt werden müssten, damit die Ergebnisse eine klinische Relevanz erhielten. Bei Rio et al. (2015) galt es ausserdem zu beachten, dass in dieser Studie das Trainingsprogramm einmalig ausgeführt wurde. Dadurch war unklar, wie die Ergebnisse bei der längerfristigen Durchführung dieser Interventionen ausgesehen hätten.

Ein weiterer limitierender Faktor war die Einschliessung von Patienten mit uni- und bilateralen Schmerzen. Alle Studien ausser Beyer et al. (2015) hatten beide Patientengruppen inkludiert um die Probandenzahl zu steigern. Dies war zwar alltagsrealistisch, sollte jedoch für den weiteren Forschungszweck getrennt voneinander untersucht werden, um die Ergebnisse besser übertragbar zu machen.

Was ebenfalls alle Studien als limitierenden Faktor angaben, war das Fehlen einer Kontrollgruppe. Eine Kontrollgruppe hätte den Unterschied von einer aktiven Behandlung zu einer Nicht-Behandlung noch genauer aufzeigen können. Im Falle dieser Arbeit war dies jedoch nicht relevant, da das Ziel war, die Unterschiede zwischen den aktiven Therapien aufzuzeigen.

Weiter wurde die Studie von Rio et al. (2017) und von van Ark et al. (2016) dadurch limitiert, dass die Probanden während der Durchführung des Trainingsprogrammes nicht überwacht wurden. Sie wurden zwar wöchentlich telefonisch kontaktiert, es

konnte jedoch nicht nachgewiesen werden, ob die Probanden das verlangte Übungsprogramm genau nach Vorgabe durchgeführt haben. Bei Rio et al. (2017) wurde den Probanden zwar mitgeteilt, dass sie Quadriceps-belastende Übungen während dem eigenen Fitnesstraining vermeiden sollen, jedoch wurde auch dies nicht kontrolliert und könnte somit einen Einfluss auf die Resultate gehabt haben. Die Ergebnisse von Rio et al. (2017) und van Ark et al. (2016) waren deshalb nur mit Vorbehalt auf andere Gruppen übertragbar.

Eine ähnliche Limitation gab es in der Studie von Young et al. (2005) an. Diese betonte, dass bei den vielen vorhandenen Trainingsvorgaben, wie zum Beispiel die Wahl des Gewichts oder der Stärke der zugelassenen Schmerzen, es schwer zu sagen war, welches nun der beeinflussende Faktor darstellte. Dies betraf jedoch nicht nur die Studie von Young et al. (2005), sondern stellte auch bei den anderen Studien eine Limitation dar. Um herauszufinden, welche die entscheidende Variable war, wären weitere Forschungen nötig.

Eine Limitation, die alle Studien betonten war, dass zu diesem Thema noch zu wenig Forschung betrieben wurde. Es waren somit noch kaum Studien vorhanden, mit welchen die erzielten Ergebnisse verglichen werden konnten. Hinzu kam, dass auch der theoretische Hintergrund noch nicht ausreichend erforscht wurde, um eine solide Grundlage für die Erforschung von Trainingsprogrammen darzustellen.

5.9 Praxistransfer

Wie im Resultateteil schon beschrieben, konnten alle Studien signifikante Unterschiede aufweisen, egal welches Trainingsprogramm verwendet wurde. Es ist somit schwer zu sagen, welches nun das Trainingsprogramm mit dem besten Potential zur Schmerzlinderung und Funktionsverbesserung darstellt. Das eigens erstellte Trainingsprogramm, welches im Anhang ersichtlich ist versuchte die angewendeten Trainingsprogramme anhand ihrer Durchführung zu strukturieren.

Als Heimprogramm eignen sich die Trainingsprogramme von Young et al. (2005), das EDS-Training von Kongsgaard et al. (2009) und das exzentrische Training von Beyer et al. (2015). Man braucht hierfür zwar ein Decline-Board oder einen Step, die Übungen selbst sind aber sehr gut zu Hause ausführbar, da sie eine

gleichbleiben Wiederholungszahl aufweisen und auch in ihrer Ausführung einfach aufgebaut sind.

Das Trainingsprogramm von Rio et al. (2017) und van Ark et al. (2016) sind hingegen eher für ein Fitnesstraining geeignet, da bei beiden eine Leg-Extension Maschine benötigt wird. Voraussetzung für diese Trainingsprogramme ist weiter die Berechnung des MIVC sowie des 8 Repetitionen Maximums, wofür ein ausgebildeter Fitnesstrainer oder Physiotherapeut notwendig ist.

Das HSR-Training von Kongsgaard et al. (2009) sowie das HSR-Training von Beyer et al. (2015) eignen sich vor allem für ein Training mit engmaschiger Betreuung. Die Ausführung der Übungen ist zwar relativ einfach, jedoch ist eine klare Instruktion bezüglich des erlaubten Bewegungsausmasses, sowie der genauen Anzahl an Wiederholungen und Serien nötig, da sich diese wöchentlich ändert. Die in den Trainingsprogrammen verwendeten Geräte sind leider nicht in allen Fitnesszentren vorhanden, was die selbstständige Umsetzung weiter erschwert.

Im Grossen und Ganzen sind jedoch alle Trainingsprogramme in der Praxis umsetzbar und somit alltagsgetreu angesetzt.

6. Schlussfolgerung

6.1 Beantwortung der Fragestellung

Prinzipiell konnte die Frage beantwortet werden, alle analysierten Trainingsprogramme bewirkten bei allen, in dieser Arbeit, untersuchten Parametern signifikante Veränderungen. Welches jedoch das wirkungsvollste Trainingsprogramm war, kann nicht beantwortet werden. Dass das aktive Training auch auf längere Sicht gute Resultate erzielt, konnte mit dieser Arbeit aufgezeigt werden.

6.2 Limitationen dieser Arbeit

Bei der Vorliegenden Arbeit bestanden einige Limitationen. Es waren zu wenig qualitativ hochwertige Studien vorhanden, welche alle Ein- und Ausschlusskriterien erfüllten. Wie bereits beschrieben, beschäftigte sich eine der inkludierten Studien mit der Achillessehnen Tendinopathie. Trotz den gemachten Überlegungen (siehe Resultate Teil) war es fraglich, wie gut man diese vergleichen kann.

Zum anderen ist der theoretische Hintergrund zu dieser Pathologie noch nicht genügend erforscht und verstanden, wodurch noch nicht genau belegt ist, welches Trainingsprogramm zielführend ist und welche Faktoren effektiv zur Schmerzlinderung beitragen. Aufgrund dessen war es schwierig zu bewerten, ob die Trainingsprogramme optimal abgestimmt waren oder ob eine andere Dosierung bessere Resultate zeigen würde.

Eine weitere Limitation stellte die Autorenschaft der Studien dar. Die meisten der untersuchten Studien stammten von den gleichen Autoren ab, wodurch ein gewisses Mass an Voreingenommenheit bestehen kann. Des Weiteren waren alle Studien auf Englisch geschrieben, wodurch Übersetzungsfehler nicht auszuschliessen waren.

6.3 Weiterführende Fragen und Aussichten

Während dem Verfassen dieser Arbeit tauchten diverse neue Fragen auf, die nicht nur für die Fragestellung dieser Arbeit von Bedeutung waren, sondern auch um die Pathologie als Ganzes zu verstehen. Es ging aus allen Studien hervor, dass die

Trainingsprogramme auf keinem theoretischen Hintergrund aufgebaut waren. Meist wurde ein ähnliches Trainingsprogramm verwendet, wie in vorangegangenen Studien. Für das genaue Verständnis bräuchte es eine vertiefte Begründung der Wiederholungs- und Serienzahl. Es bräuchte daher Studien, welche mittels einer Sehnenbiopsie herausfinden, wie diese verschiedenen Programme die Sehne beeinflussen. Beim Schmerz bestand eine ähnliche Problematik. Die Schmerzen konnten zwar gesenkt werden, weshalb dies so ist kann jedoch nicht vollumfänglich beantwortet werden. Auch hier wären weiterführende Studien bezüglich der schmerzlin-
dernden Faktoren spannend, um die genaue Ursache der Veränderung im Schmerzverhalten festzustellen.

Was man jedoch grundsätzlich nach dem Verfassen dieser Arbeit sagen kann ist, dass aktives Training gerade für Sportler ein wichtiger Grundsatz bei einer Tendinopathie ist. Auch wenn nicht klar hervorgeht, welche Art von aktivem Training die effektivste ist, sollte man die Sehne weiterhin belasten, und nicht ruhigstellen. Auch diese Aussage wäre interessant für weiterführende Untersuchungen, denn Studien, welche eine Interventionsgruppe und eine Nicht-Interventionsgruppe untersuchen fehlt es noch bisher.

6.4 Praxistransfer

Nach Beendigung dieser Arbeit fühlen wir uns in der Lage, Patienten mit dieser Pathologie, nach den neusten wissenschaftlichen Erkenntnissen zu behandeln. Das schulische Basiswissen bezüglich der Behandlung einer Tendinopathie konnte anhand dieser Arbeit erweitert werden und kann mit Hilfe des erstellten Trainingsprogrammes auch gut in die Praxis integriert werden.

(I) Verzeichnisse

Literaturverzeichnis

- Alghadir, A. H., Anwer, S., Iqbal, A., & Iqbal, Z. A. (2018). Test–retest reliability, validity, and minimum detectable change of visual analog, numerical rating, and verbal rating scales for measurement of osteoarthritic knee pain. *Journal of Pain Research*, 11, 851–856.
- Åström, M. (2000). Laser Doppler flowmetry in the assessment of tendon blood flow. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 10(6), 365–367.
- Barfod, K. W., Riecke, A. F., Anders, B., Hansen, P., Maier, J. F., Døssing, S., & Troelsen, A. (2018). Validity and reliability of an ultrasound measurement of the free length of the achilles tendon. *British Journal of Sports Medicine*, 52(Suppl 1), A4–A5.
- Berg, F. van den. (2016). *Angewandte Physiologie: Band 1: Das Bindegewebe des Bewegungsapparates verstehen und beeinflussen* (4. Auflage). Georg Thieme Verlag.
- Beyer, R., Kongsgaard, M., Hougs Kjaer, B., Ohlenschlaeger, T., Kjaer, M., & Magnusson, S. P. (2015). Heavy Slow Resistance Versus Eccentric Training as Treatment for Achilles Tendinopathy: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Sports Medicine*, 43(7), 1704–1711.
- Cardoso, T. B., Pizzari, T., Kinsella, R., Hope, D., & Cook, J. L. (2019). Current trends in tendinopathy management. [Review]. *Best Practice & Research in Clinical Rheumatology*, 33(1), 122–140.
- Cassel, M., Stoll, J., & Mayer, F. (2015). Tendinopathien der unteren Extremität im Sport – Diagnostik und Therapie. *Sportverletzung · Sportschaden*, 29(2), 87–98.
- Cook, J. (2019). *Current concepts in tendon rehabilitation*. Abgerufen von <https://www.trustme-ed.com/lectures/current-concepts-in-tendon->

rehabilitation am 15.08.2019

- Cook, J. L., Khan, K. M., Harcourt, P. R., Grant, M., Young, D. A., & Bonar, S. F. (1997). A cross sectional study of 100 athletes with jumper's knee managed conservatively and surgically. The Victorian Institute of Sport Tendon Study Group. *British Journal of Sports Medicine*, 31(4), 332–336.
- Cook, J. L., & Purdam, C. R. (2009). Is tendon pathology a continuum? A pathology model to explain the clinical presentation of load-induced tendinopathy. [Review] [83 refs]. *Journal of Sports Medicine*, 43(6), 409–416.
- Docking, S. I., & Cook, J. (2016). Pathological tendons maintain sufficient aligned fibrillar structure on ultrasound tissue characterization (UTC). *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 26(6), 675–683.
- Duijn, A. van, (2017). *Block 12 Sehnen: Bindegewebe, Muskeln, Sehne*. Vorlesung an der Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaft Departement Gesundheit im Bereich Phyiotherapie, Winterthur, Schweiz. Heruntergeladen von <https://moodle.zhaw.ch/mod/folder/view.php?id=785485> am 3.11.2019.
- Häggglund, M., Zwerver, J., & Ekstrand, J. (2011). Epidemiology of Patellar Tendinopathy in Elite Male Soccer Players. *The American Journal of Sports Medicine*, 39(9), 1906–1911.
- Henriksen, M., Aaboe, J., Graven-Nielsen, T., Bliddal, H., & Langberg, H. (2011). Motor responses to experimental Achilles tendon pain. *British Journal of Sports Medicine*, 45(5), 393–398.
- Kettunen, J. A., Kvist, M., Alanen, E., & Kujala, U. M. (2002). Long-Term Prognosis for Jumper's Knee in Male Athletes: Prospective Follow-up Study. *The American Journal of Sports Medicine*, 30(5), 689–692.
- Kjaer, M. (2004). Anpassung der Sehnen an körperliche Belastung. *DEUTSCHE ZEITSCHRIFT FÜR SPORTMEDIZIN*, 4.
- Kongsgaard, M., Kovanen, V., Aagaard, P., Doessing, S., Hansen, P., Laursen, A.

- H., Kaldau, N. C., Kjaer, M., & Magnusson, S. P. (2009). Corticosteroid injections, eccentric decline squat training and heavy slow resistance training in patellar tendinopathy. *Journal of Medicine*, 19(6), 790–802.
- Lian, Ø. B., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2005). Prevalence of Jumper's Knee among Elite Athletes from Different Sports: A Cross-sectional Study. *The American Journal of Sports Medicine*, 33(4), 561–567.
- Lian, Ø., Refsnes, P.-E., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2003). Performance Characteristics of Volleyball Players with Patellar Tendinopathy. *The American Journal of Sports Medicine*, 31(3), 408–413.
- Lim, H. Y., & Wong, S. H. (2018). Effects of isometric, eccentric, or heavy slow resistance exercises on pain and function in individuals with patellar tendinopathy: A systematic review. [Review]. *Physiotherapy Research International*, 23(4), e1721.
- Malliaras, P., Purdam, C., Maffulli, N., & Cook, J. (2010). Temporal sequence of greyscale ultrasound changes and their relationship with neovascularity and pain in the patellar tendon. *British Journal of Sports Medicine*, 44(13), 944–947.
- Malliaras, Peter, Cook, J. L., & Kent, P. (2006). Reduced ankle dorsiflexion range may increase the risk of patellar tendon injury among volleyball players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 9(4), 304–309.
- Malliaras, Peter, Cook, J., Purdam, C., & Rio, E. (2015). Patellar Tendinopathy: Clinical Diagnosis, Load Management, and Advice for Challenging Case Presentations. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 45(11), 887–898.
- Morree, J. J. de. (2013). *Dynamik des menschlichen Bindegewebes: Funktion, Schädigung und Wiederherstellung* (2. Auflage). Urban & Fischer.
- Nijs, J., Kosek, E., Van Oosterwijck, J., & Meeus, M. (2012). Dysfunctional endogenous analgesia during exercise in patients with chronic pain: To exercise

or not to exercise? *PAIN PHYSICIAN*, 15(3S), ES205–ES213.

Rees, J. D., Stride, M., & Scott, A. (2014). Tendons – time to revisit inflammation. *British Journal of Sports Medicine*, 48(21), 1553–1557.

Riley, G. (2004). The pathogenesis of tendinopathy. A molecular perspective. *Rheumatology*, 43(2), 131–142.

Rio, E. (2019). *Tendon—Loads, pain and the brain*. Abgerufen von <https://www.trustme-ed.com/lectures/tendons-load-pain-and-the-brain> am 15.08.2019

Rio, E., Kidgell, D., Purdam, C., Gaida, J., Moseley, G. L., Pearce, A. J., & Cook, J. (2015). Isometric exercise induces analgesia and reduces inhibition in patellar tendinopathy. *Journal of Sports Medicine*, 49(19), 1277–1283.

Rio, E., van Ark, M., Docking, S., Moseley, G. L., Kidgell, D., Gaida, J. E., van den Akker-Scheek, I., Zwerver, J., & Cook, J. (2017). Isometric Contractions Are More Analgesic Than Isotonic Contractions for Patellar Tendon Pain: An In-Season Randomized Clinical Trial. *Journal of Sport Medicine*, 27(3), 253–259.

Robinson, J. M., Cook, J. L., Purdam, C., Visentini, P. J., Ross, J., Maffulli, N., Taunton, J. E., & Khan, K. M. (2001). The VISA-A questionnaire: A valid and reliable index of the clinical severity of Achilles tendinopathy. *British Journal of Sports Medicine*, 35(5), 335–341.

Screen, H. R. C., Berk, D. E., Kadler, K. E., Ramirez, F., & Young, M. F. (2015). Tendon Functional Extracellular Matrix: TENDON FUNCTIONAL EXTRACELLULAR MATRIX. *Journal of Orthopaedic Research*, 33(6), 793–799.

Shepherd, J. H., & Screen, H. R. C. (2013). Fatigue loading of tendon. *International Journal of Experimental Pathology*, 94(4), 260–270.

Tompra, N., Dieën, J. H. van, & Coppieters, M. W. (2016). Central pain processing

- is altered in people with Achilles tendinopathy. *British Journal of Sports Medicine*, 50(16), 1004–1007.
- van Ark, M., Cook, J. L., Docking, S. I., Zwerver, J., Gaida, J. E., van den Akker-Scheek, I., & Rio, E. (2016). Do isometric and isotonic exercise programs reduce pain in athletes with patellar tendinopathy in-season? A randomised clinical trial. *Journal of Science*, 19(9), 702–706.
- Vlist, A. C. van der, Breda, S. J., Oei, E. H. G., Verhaar, J. A. N., & Vos, R.-J. de. (2019). Clinical risk factors for Achilles tendinopathy: A systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 53(21), 1352–1361.
- Worp, H. van der, Ark, M. van, Zwerver, J., & Akker-Scheek, I. van den. (2012). Risk factors for patellar tendinopathy in basketball and volleyball players: A cross-sectional study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 22(6), 783–790.
- Young, M. A., Cook, J. L., Purdam, C. R., Kiss, Z. S., & Alfredson, H. (2005). Eccentric decline squat protocol offers superior results at 12 months compared with traditional eccentric protocol for patellar tendinopathy in volleyball players. *British Journal of Sports Medicine*, 39(2), 102–105.
- Zwerver, J., Kramer, T., & van den Akker-Scheek, I. (2009). Validity and reliability of the Dutch translation of the VISA-P questionnaire for patellar tendinopathy. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 10(1), 102.

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ein- und Ausschlusskriterien für den Suchprozess I	22
Tabelle 2: Suchverlauf des Selektionsprozesses I	22
Tabelle 3: Angepasste Ein- und Ausschlusskriterien für den Suchprozess II.....	23
Tabelle 4: Suchverlauf des Selektionsprozesses II	24
Tabelle 5: Auswahl Hauptstudien für den Selektionsprozess I.....	26
Tabelle 6: Auswahl Hauptstudien Selektionsprozess II	26
Tabelle 7: Ein- und Ausschlusskriterien	28
Tabelle 8: Trainingsprogramm der isometrischen und isotonischen Gruppe.....	29
Tabelle 9: Ein- und Ausschlusskriterien	31
Tabelle 10: Vorgaben für Decline- und Step-Gruppe.....	32
Tabelle 11: Ein- und Ausschlusskriterien	34
Tabelle 12: Trainingsprogramm isometrische und isotonische Gruppe.....	35
Tabelle 13: Ein- und Ausschlusskriterien	37
Tabelle 14: Trainingsprogramm EDS und HSR	39
Tabelle 15: Ein- und Ausschlusskriterien	41
Tabelle 16: Trainingsprogramm isometrische und isotonische Gruppe.....	42
Tabelle 17: Ein- und Ausschlusskriterien.....	44
Tabelle 18: Trainingsprogramm ECC und HSR	45
Tabelle 19: Punkteübersicht PEDro-Skala	48
Tabelle 20: Ziel und Zielerfüllung der Studien	49
Tabelle 21: Übersicht Population	50
Tabelle 22: Übersicht Rekrutierung	52
Tabelle 23: Übersicht Variablen	53
Tabelle 24: Übersicht der Validität und Reliabilität der Studien	55
Tabelle 25: Übersicht Follow-Up Zeit und Intervention	57

Abkürzungsverzeichnis

AICA	Arbeitsinstrument für ein Critical Appraisal
BMI	Body Mass Index
COX	Cyclooxygenase
CORT	Kortison-Injektion
EDS	Eccentric Decline Squat
GRC	Global rating of change scale
HSR	Heavy Slow Resistance
IL	Interleukin
MCID	Minimum Clinically Important Difference
M _{MAX}	Maximales Muskelaktionspotential
M	Mittelwert
MMP	Matrixmetalloproteinasen
MVIC	Maximal Voluntary Isometric Contraction
NRS	Numerische Rating Skala
RCT	Randomised Controlled Trial
SA	Standartabweichung
SICI	Short-Interval Intracortical Inhibition
SLDS	Single Leg Decline Squat
TGF- β	Transforming Growth Factor- β
TIMP	Tissue Inhibitors of Metalloproteinases
TMS	Transkranielle Magnetstimulation
VAS	Visual Rating Scale
VISA-P	Victorian Institute of Sport Assessment Questionnaire Patella Tendon

(II) Deklaration der Wortzahl

Unter Ausschluss der Abstracts, der Tabellen, den Verzeichnissen, der Danksagung, der Eigenständigkeitserklärung und der Anhänge beträgt die Wortzahl dieser Arbeit 13'729. Das deutsche Abstract dieser Arbeit umfasst 225 und das englische 229 Wörter.

(III) Danksagung

An dieser Stelle möchten wir uns ganz herzlich bei unserem Betreuer, Herrn Prof. Dr. Hannu Luomajoki, für die Unterstützung und Beratung bei der Entstehung dieser Arbeit bedanken.

(IV) Eigenständigkeitserklärung

„Wir erklären hiermit, dass wir die vorliegende Arbeit selbständig, ohne Mithilfe Dritter und unter Benutzung der angegebenen Quellen verfasst haben.“

Zürich, 15.04.2020

Ursina Dubs

Tim Walther

Anhang

Literaturrecherche

Tabelle A: Detaillierte Literaturrecherche zum Selektionsprozess I:

Daten-bank	Keywordskombinationen	Treffer	Titel-screening	Abstract Screening	Effektive Relevanz
Medline	Tendinopath* AND patella* AND isometr*	35	6	3	3
	Tendinopath* AND isometr* AND (exercise OR training) AND patella	6	1	1	1
	Tendinopath* AND isometr* AND exercise	57	7	3	3
Pub-Med	Tendinopath* AND patella* AND isometr*	15	1	1	1
	(Tendinopathy OR tendonitis OR tendonopathy) AND isometric AND patella	10	0	0	0
	(Tendinopathy OR tendonitis OR tendonopathy) AND (isometric exercise OR isometric training)	23	3	2	2
Cinahl	(Tendinopathy OR tendonitis OR tendonopathy) AND isometric AND (analgesia OR pain)	47	5	3	3

Tabelle B Detaillierte Literaturrecherche zum Selektionsprozess II:

Daten-bank	Keywordskombinationen	Treffer	Titel-screening	Abstract Screening	Effektive Relevanz
Medline	Tendinopath* AND (heavy slow resistance OR eccentric*) AND (patella* oder achilles)	328			

	Tendinopath* AND heavy slow resistance AND ec- centr*	12	2	2	2
	Tendinopath* AND heavy slow resistance AND pain	11	2	2	2
PubMed	Tendinopath* AND heavy slow AND eccentric*	12	2	2	2
	Tendinopath* AND heavy slow resistance	15	4	2	2
	Tendinopath* AND eccentric* AND decline squat	15	4	4	4
Cinahl	(Tendinopathy OR tendonitis OR tendonopathy) AND heavy slow resistance AND eccentric	10	2	2	2
	(Tendinopathy OR tendonitis OR tendonopathy) AND ec- centr* AND decline squat	13	7	5	4

AICA

Tabelle C: AICA Zusammenfassung der Studie von Rio et. al (2015)

Einleitung	Methode	Ergebnisse	Diskussion
<p>Um welche Konzepte / Problem handelt es sich? Tendinopathien von Athleten ist schwer zu behandeln, vor allem während der Saison. Exzentrisches Training erhöht die Schmerzen meist und bringe so keine Heilung</p> <p>Was ist die Forschungsfrage, -zweck bzw. das Ziel der Studie? Das Ziel ist es herauszufinden, ob isometrische oder isotonische Übungen eine sofortige Schmerzlinderung herbeiführen können. Es soll weiter der Mechanismus und Unterschied in der Funktion des Motokortex untersucht werden</p> <p>Welchen theoretischen Bezugsrahmen weist die Studie auf? Es wurde bereits</p>	<p>Um welches Design handelt es sich? Wie wird das Design begründet? Single-blinded, randomised cross-over trial mit 2 Interventionsgruppen</p> <p>Um welche Population handelt es sich? 6 männliche Volleyballspieler (18-40 Jahre alt). 3 mit unilateralen Schmerzen, 3 mit bilateralen.</p> <p>Welches ist die Stichprobe? – Wer? Wieviel? Charakterisierungen? <ul style="list-style-type: none"> - Teilnehmer nahmen keine Medikamente zu sich - Schmerzen auf der Innenseite der Patella während Sprung- und Landeaktivitäten sowie den SLDS - Diagnose durch Ultraschall bestätigt bei Vorhandensein von charakteristischen Eigenschaften - Alle Athleten trainieren 2x wöchentlich und haben 1x wöchentlich ein Spiel </p> <p>Wie wurde die Stichprobe gezogen? – Probability sampling? – Non-probability sampling? Es wird nicht beschrieben wie die Teilnehmer rekrutiert werden, daher ist es vermutlich ein Nonprobability-Sampling.</p> <p>Wird die Auswahl der Teilnehmenden beschrieben und begründet Nein, wird nicht begründet</p> <p>Gibt es verschiedene Studiengruppen? Zuteilung in die Gruppen erfolgte mittels einer concealed randomisation (blickdichter Umschlag). Es gibt eine isometrische und eine isotonische Interventionsgruppe. Es wird jedoch nicht beschrieben, wie viele Probanden in welcher Gruppe sind.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Isometrische Gruppe: 1 Runde, 5 x 45s 60° Knieflexion und 70% maximal voluntary isometric contraction, 2 Minuten Pause zwischendurch - Isotonische Gruppe: 4x 8 Wiederholungen, Leg Extension 4s exzentrische Phase, 3s konzentrische Phase bei 100% MIV 	<p>Welche Ergebnisse werden präsentiert? Welches sind die zentralen Ergebnisse der Studie? Werden die Ergebnisse verständlich präsentiert (Textform, Tabellen, Grafiken)? Schmerz:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vor isometrischer Übung war Schmerz 7/10 (+/- 2.04) - Vor isotonischer Übung war Schmerz 6.33/10 (+/- 2.8) - Nach isometrisches Übung war Schmerz 0.17/10 (+/- 0.41), hielt an bis 45 Minuten postintervention. - Nach isotonischer Übung war Schmerz 3.75 (+/- 4.67), hielt nicht an bis 45 Minuten postintervention. - Isometrie hatte eine signifikant größere Schmerzlinderung wie isotonisch 	<p>Werden signifikante und nicht signifikante Ergebnisse erklärt? <ul style="list-style-type: none"> - Ja, bei der Kraft und beim SICl werden signifikante Resultate präsentiert. - Schmerzen waren bei isometric signifikant tiefer wie bei isotonisch </p> <p>Wie interpretieren die Forschenden die Ergebnisse? <ul style="list-style-type: none"> - MIVC: Isometrische Übungen mit 70% MVC können eine gute Lösung für die Schmerzlinderung sein, noch vor aktiven Übungen, da so der Schmerz gelindert wird ohne eine Muskelererschöpfung - Jeder Teilnehmer reagierte mit einer Schmerzlinderung auf isometrische Übungen. - Isometrische Übungen könnten somit gut verwendet werden für eine Frührehabilitation verwendet werden um Schmerzen und </p>
<p>gezeigt, dass isometrische Muskelaktivität zu einer Schmerzlinderung führen kann und dass das ZNS dabei beteiligt ist. Die Auswirkung der Übungen auf den Motorcortex können beim Vorhandensein von Schmerzen verändert werden.</p> <p>Mit welchen Argumenten wurde der Forschungsbedarf begründet? Schmerzlindernde Übungen hätten große Vorteile für die Athleten, da sie so ihre Schmerzen sofort selbst behandeln könnten. Es ist weiter nicht invasiv und hat keine pharmakologischen Nebeneffekte. Es hat sich gezeigt, dass Isometrie genauso effektiv ist wie exzentrisches Training, die sofortige Auswirkung auf den Schmerz wurde aber noch nicht untersucht.</p>	<p>Welche Art von Daten wurde erhoben? <ul style="list-style-type: none"> - physiologische Messungen (Schmerz, Kraft, TMS) - schriftliche Befragung (VISA-P) </p> <p>Wie häufig wurden Daten erhoben? Baseline-Testing einmal zu Beginn und wurde in Woche 2 und 3 wiederholt. Interventionen nur einmal durchgeführt.</p> <p>Welche Messinstrumente wurden verwendet (Begründung)? <ul style="list-style-type: none"> - NRS für Schmerz - Biodex System 4 Pro, 1 Biodex Medical 2 System für Quadriceps-Kraft, Maßeinheit Newton-Meter (Nm) - Single-pulse TMS für corticospinal excitability und paired-pulse TMS für Short-Intervall intracortical inhibition (SICI) gemessen mit 2 Magstim 200 Stimulatoren und einer 110mm concave double-cone coil - Digitimer DS7A für Supramaximal electric stimulation um die periphere Muskelelektregbarkeit zu testen - VISA-P Fragebogen zur Bewertung der Sehnenschmerzen und Funktion </p> <p>Welche Intervention wird getestet Baseline: <ul style="list-style-type: none"> - Sehn-Schmerz: Mit SLDS für beide Beine bewertet mit NRS 0 – 10 - Quadriceps-Kraft: Maximal voluntary isometric contraction (MVIC) nur auf getesteter Seite, gemessen in Nm. 3 Versuche mit gleicher Instruktion und verbaler Unterstützung immer bei 60° Knieflexion. Bester Versuch wurde gezählt - Single-Pulse: Low-level isometric contractions des Quadriceps bei 60° Flexion und mit 10% MIVC - M_{MAX} wurde am N. femoralis getestet anhand einer supramaximal electric stimulation in einer Ruheposition </p> <p>Interventionsgruppen: <ul style="list-style-type: none"> - Isometrisch: 5x 45s bei 60° Flexion mit 70% MVC, 2 Minuten Pause - Isotonisch: 4x 8 Repetitionen, 4s exzentrische Phase, 3s </p>	<p>Kraft: <ul style="list-style-type: none"> - Erhöhter MVIC Drehmoment direkt nach isometrischer Intervention, anhaltend für mindestens 45 Minuten. Ist ein signifikanter Unterschied zur isotonischen Intervention. - Bei Isotonischer Intervention gab es eine kleine nicht signifikante Reduktion des MVIC gerade nach der Intervention und anhalten bis 45 Minuten danach. </p> <p>SICI: <ul style="list-style-type: none"> - Isometrisch: vor Intervention 27.53 (+/- 8.30) % - Isotonisch: Vor Intervention 30.26 (+/- 3.89) %. - Bei der Isometrie stieg SICl an nach Intervention auf 54.95 (+/- 5.47)%, signifikanter Unterschied im </p>	<p>motorische Inhibition zu senken. Ist eine gute Option falls Sehne nicht zu stark belastet werden darf.</p> <p>Kann die Forschungsfrage aufgrund der Daten beantwortet werden? Ja</p> <p>Werden Limitationen diskutiert? <ul style="list-style-type: none"> - Kleine Sample-Size, wodurch man nicht weiß, ob die Ergebnisse übertragbar sind auf andere Gruppen. - Ergebnisse sind nur spezifisch für Patella-Tendinopathie geeignet und nicht für andere Krankheitsbilder mit anterioren Kniebeschmerzen - Es sind nur Männer in der Studie vertreten - Unilateraler und bilateraler Schmerz inkludiert - Wenn man eine Non-Intervention Kontrollgruppe miteinbeziehen würde, könnte man eine größere Quantifizierung der </p>

Es wurde auch noch nie untersucht, ob Übungen die motorische Neuroachse beeinflussen.	<p>konzentrische Phase mit 100% 8 RM</p> <p>Follow-Up Testing: SLDS für Schmerz und MVIC für Kraft wurden 45 Minuten nach der Intervention getestet. TMS und M_{MAX} wurden 4-5 Minuten nach Intervention gemessen.</p> <p>Welches Datenniveau weisen die erhobenen Variablen auf?</p> <ul style="list-style-type: none"> - VISA-P: Ordinalskaliert - NRS: Ordinalskaliert - Nm (Einheit Biodex): Proportionalskaliert - μs (Pulsbreite des Digitimer): Proportionalskaliert - SICI in %: Proportionalskala <p>Welche statistischen Verfahren wurden zur Datenanalyse verwendet (deskriptive und/oder schließende)? Beschreibende Statistik. Alle Daten wurden mit dem Brown-Forsythe Test analysiert. ANOVA wurde gebraucht um die Unterschiede der Wirkung von isometrischem und isotonischem Training auf den Schmerz, die Kraft, die corticospinal excitability und die Hemmung zu analysieren. Wenn es einen signifikanten Unterschied gab, wurde ein univariater post-hoc t-test (mit Bonferroni Korrektur) durchgeführt. Ist die Spharizität nicht gegeben, wurde die Huynh-Feldt Korrektur angewendet.</p> <p>Wurde ein Signifikanzniveau festgelegt? Signifikanzniveau wurde bei $p < 0.05$ angesetzt.</p> <p>Welche ethischen Fragen werden von den Forschenden diskutiert und werden entsprechende Maßnahmen durchgeführt? Es wurden keine ethischen Fragen diskutiert.</p> <p>Falls relevant ist eine Genehmigung einer Ethikkommission eingeholt worden? Die Studie wurde vom universitären Ethikkomitee anerkannt und alle Athleten gaben ihre schriftliche Einverständniserklärung.</p>	<p>Vergleich zu isotonisch, wo SICI auf 35.05% anstieg. Keine erneute Messung nach 45 Minuten.</p> <p>-</p> <p>Corticospinal excitability: Keine systematischen Unterschiede zwischen isometrisch und isotonisch</p> <p>M_{MAX} Es gab keine Unterschiede des M_{MAX} zu keiner Zeit der Untersuchung.</p> <p>Die Ergebnisse des Schmerzes, der Kraft und des SICI werden anhand verständlicher Diagramme präsentiert.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Unterschiede vornehmen. <p>Werden die Ergebnisse mit ähnlichen Studien verglichen? Dies ist eine der ersten Studien, welche diese Art von Intervention untersuchen, daher ist kein Vergleich mit vorherigen Studien möglich.</p> <p>Welche Implikationen für die Praxis, Theorien und zukünftige Forschung sind beschrieben?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zukünftige Forschungen sollten optimale Belastung, Länge der Zeit unter Belastung, Pausen und Anzahl Wiederholungen untersuchen - Zukünftige Forschungen sollten weitere Übungen zur Schmerzlinderung untersuchen auch für andere Sehnen und optimale Richtlinien für die Dosierung erforschen.
---	---	--	---

Tabelle D: AICA Zusammenfassung der Studie von Young et. al (2005)

Einleitung	Methode	Ergebnisse	Diskussion
<p>Um welche Konzepte / Problem handelt es sich? Bisher gibt es erst wenige Studien welche das schmerzbasierende Trainingsprogramm bei Patella-Tendinopathie untersuchten. Bei der Achillessehne wurde er bereits erforscht und für gut befunden, diese Ergebnisse fehlen jedoch für die Patella-Sehne.</p> <p>Was ist die Forschungsfrage, -zweck bzw. das Ziel der Studie? Das Ziel der Studie ist es, die Kurz- und Langzeiteffizienz von zwei Übungsprogrammen zur Patella-Tendinopathie zu erforschen. Das eine Übungsprogramm beinhaltet ein traditionelles exzentrisches Trainingsprotokoll (Step Gruppe). Die andere Gruppe konzentrierte sich auf eine zeitgenössische Behandlungsoption mit</p>	<p>Um welches Design handelt es sich? Wie wird das Design begründet? Prospektive randomisierte kontrollierte Studie.</p> <p>Um welche Population handelt es sich? 17 Volleyballspieler des Elite Victorian State League Volleyball (Australien). 13 Männer und 4 Frauen.</p> <p>Welches ist die Stichprobe? – Wer? Wieviel? Charakterisierungen? Einschlusskriterien:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alter der Teilnehmer zwischen 18-35 - Alle haben proximale Patella-Schmerzen, welche sie im Sport limitieren - Weisen Sehnen-Schmerzen bei Palpation auf - Reproduktion der Schmerzen bei Sprungaktivitäten, Squats und/oder Steps - Keine Schmerzen außerhalb des Sehnenbereichs - VISA-Score mit weniger als 80 Punkten - Abnormaler Ultraschall (echoarm/hypoechoic) <p>Ausschlusskriterien:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Knieoperation in den letzten 12 Monaten - Patella-Sehnen Operation - Kortikosteroid-Injektion in die Sehne - VKB-Rekonstruktion mittels einem Teil der Patella-Sehne, wo sich ein Patella-Sehnen-Schmerz zeigt - Zusatzbehandlungen für Knieschmerzen <p>Teilnehmer mit bilateralen Schmerzen mussten das symptomstärkere Knie auswählen.</p> <p>Wie wurde die Stichprobe gezogen? – Probability sampling? – Non-probability sampling? Teilnehmer wurden rekrutiert, Non-probability sampling. Wird aber nicht genau beschrieben wie sie rekrutiert werden. Sie wurden aber randomisiert auf eine der zwei Gruppen aufgeteilt,</p>	<p>Welche Ergebnisse werden präsentiert? Welches sind die zentralen Ergebnisse der Studie? Werden die Ergebnisse verständlich präsentiert (Textform, Tabellen, Grafiken)? Es gab keine Drop-Outs. Es gab keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen bezüglich des Alters, des Gewichts oder der Compliance. Es gab einen signifikanten Unterschied bezüglich der Grösse ($p=0.001$), Decline Gruppe 178.3cm, Step Gruppe 191.4cm, vermutlich weil 3 Frauen der Decline Gruppe zugeteilt wurde und nur 1 der Step-Gruppe.</p> <p>Es gab keine signifikanten Unterschiede in der Zeit von der Rekrutierung bis zum Baseline-Testing. Beide Gruppen haben sich aber signifikant verbessert in der Zeit vom Baseline-Testing bis nach 12 Wochen und 12 Monaten bezüglich dem VAS und der VISA. Zwischen den</p>	<p>Werden signifikante und nicht signifikante Ergebnisse erklärt? Ja werden erklärt.</p> <p>Wie interpretieren die Forschenden die Ergebnisse?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Da beide Trainingsprotokolle effektiv für die Behandlung von Patella-Sehnen-Schmerzen geholfen haben, können sie gut als konservative Trainingsprotokolle verwendet werden - Die Decline-Gruppe hat noch eine größere Wahrscheinlichkeit die 20 Punkte Verbesserung des VISA Scores zu erreichen - Vorteil dieser Studie ist, dass Sportler rekrutiert wurden, die trotz den Schmerzen den Sport nicht reduziert haben sondern weitertrainierten. Denn so repräsentieren sie eine große Population von Sportlern, die an einer Patella-Tendinopathie leiden. - Die Sportler wurden über eine lange Zeit und vor allem auch während der Saison begleitet, weshalb so Langzeit-Erfahrungen mit dem Trainingsprogramm

<p>dem Decline Squat (Decline Gruppe). Getestet wurden die Trainingsprogramme an Volleyballspielern während der Saison.</p> <p>Welchen theoretischen Bezugsrahmen weist die Studie auf? Die neuesten Forschungen haben bereits gezeigt, dass Squats auf einem 25° Decline Board die Knieextensoren viel spezifischer ansprechen wie ein Squat auf ebenmäßiger Unterlage. Da bei der Achillessehne bereits erforscht wurde das ein schmerzbasierendes Trainingsprogramm zu einem Erfolg führt, soll die Kombination aus diesen beiden Forschungsständen nun auch bei der Patellasehne angewendet werden.</p> <p>Mit welchen Argumenten wurde der Forschungsbedarf begründet? Bisher fehlen noch immer viele Forschungsergebnisse bezüglich der</p>	<p>anhand von verschlossenen gemischten Umschlägen.</p> <p>Wird die Auswahl der Teilnehmenden beschrieben und begründet? Nein, wird nicht begründet</p> <p>Gibt es verschiedene Studiengruppen? Step-Gruppe und Decline Gruppe</p> <p>Welche Art von Daten wurde erhoben? - Visual Analogue Scale (VAS) Skala für Schmerzen - schriftliche Befragung (VISA Score) → beide valide und reliabel</p> <p>Teilnehmer mussten weiter ein Trainings-Tagebuch führen um zusätzliche Aktivitäten, Medikamentengebrauch und die Compliance zu überprüfen.</p> <p>Wie häufig wurden Daten erhoben? Zwischen Rekrutierung und Baseline Testing gab es eine 8 wöchige Kontrollperiode. Das Baseline-Testing selbst wird nicht genau beschrieben. VISA und VAS alle 4 Stunden während der Interventionsphase (12 Wochen während der Vorsaison) und nach 12 Monaten erneut.</p> <p>Welche Messinstrumente wurden verwendet (Begründung)? - VAS für Schmerz - VISA-P Fragebogen zur Bewertung der Sehnenschmerzen und Funktion</p> <p>Welche Intervention wird getestet? Trainingsprogramm soll zweimal täglich durchgeführt werden für 12 Wochen. 3 Serien mit 15 Wiederholungen für eine Session. Alle Übungen wurden einbeinig durchgeführt bei 60° Knieflexion (wurde den Probanden beim ersten Trainings erklärt). Beide Gruppen fügten Gewicht hinzu in einen Rucksack (5kg Stücke).</p>	<p>Gruppen gab es keine Unterschiede bei beiden Outcome-Messungen zu keiner Zeit.</p> <p>Analyse der Wahrscheinlichkeit eines positiven klinischen Ergebnis: VISA: Die klinische Verbesserung des VISA Scores zeigte keinen Unterschied zwischen den beiden Gruppen nach 12 Wochen. Nach 12 Monaten zeigte die Decline-Gruppe einen erheblichen Unterschied in der Wahrscheinlichkeit der Verbesserung des VISA Scores. VAS: Die Step-Gruppe hatte eine erhöhte Wahrscheinlichkeit eines reduzierten Scores auf der VAS Skala im Vergleich zur Decline-Gruppe. Bei 12 Monaten war kein Unterschied zwischen den beiden Gruppen sichtbar.</p> <p>Die Ergebnisse werden in Textform wie auch in Tabellenform abgebildet und sich verständlich erklärt.</p>	<p>gesammelt werden konnte.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Die 8 wöchige Kontrollperiode bewertete die Stabilität der Outcome-Messungen bereits vor der Intervention. In dieser Zeit ohne Intervention wurden keine signifikanten Verbesserungen festgestellt, was zeigt, dass eine Ruhigstellung allein keine Verbesserung bringt. - Step Gruppe hatte größere Wahrscheinlichkeit für tieferen Wert bei der VAS Skala in den ersten 12 Wochen, dies war erwartet da die Step-Gruppe Best möglichst den Schmerz während der Übung vermeidet. Es wurde erwartet dass der Schmerz beim exzentrischen schmerzbasierendes Training zuerst ansteigen wird, dies wurde den Teilnehmern auch erklärt. <p>Kann die Forschungsfrage aufgrund der Daten beantwortet werden? Ja, denn der Trainingseffekt nach 12 Wochen und nach 12 Monaten kann mit signifikanten Ergebnissen nachgewiesen werden.</p> <p>Werden Limitationen diskutiert? - Es gibt keine Nicht-Übungsgruppe als</p>
---	--	--	---

<p>konservativen Behandlung einer Patellasehnen-Tendinopathie. Das exzentrische Trainingsprogramm ist das meist verbreitete, obwohl es auch bei diesem Trainingsprogramm nur ein paar wenige RCT's dazu gibt. Geschwindigkeitsbasierte exzentrische Trainingsprogramme sind ebenfalls weitverbreitet, die Effizienz dieser Trainingsprogramme wurde aber noch nicht komplett untersucht.</p>	<p>Step-Gruppe:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 10cm Step - Exzentrische und konzentrische Phase auf symptomatischem Bein - Training mit minimalem Schmerz - Steigerung der Geschwindigkeit von langsam zu schnell. Wenn die Squats mit hoher Geschwindigkeit durchgeführt werden können soll Gewicht dazu genommen werden. <p>Decline-Gruppe:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 25° Decline Board. - Exzentrische Phase wurde auf symptomatischem Bein durchgeführt, konzentrische Phase auf dem asymptomatischen. - Sie wurden angewiesen mit einem moderaten Schmerz zu trainieren, falls der Schmerz nachlässt soll Gewicht hinzugefügt werden. <p>Follow-Up Testing: Wurde nach 12 Monaten durchgeführt, es wurde erneut VAS und VISA-P getestet.</p> <p>Welches Datenniveau weisen die erhobenen Variablen auf?</p> <ul style="list-style-type: none"> - VISA-P: Ordinalskaliert - VAS: Ordinalskaliert <p>Welche statistischen Verfahren wurden zur Datenanalyse verwendet (deskriptive und/oder schließende)? Schließende Statistik bezüglich der Analyse der Wahrscheinlichkeit ein sich klinisch Lohndes Ergebnis zu erzielen. Es wird der abhängige t-test verwendet um Baseline Differences festzustellen innerhalb der Gruppen. Zwischen der VISA und VAS wurden die Ergebnisse mit einer two way ANOVA verglichen für die Gruppen und Zeitinteraktionen.</p> <p>Für VISA und VAS wurde ein mindestens Unterschied des Scores von 20 Punkten festgelegt, da 20 Punkte Verbesserung einen signifikanten Unterschied der Funktionsfähigkeit</p>	<p>Vergleicht</p> <ul style="list-style-type: none"> - Es ist schwierig zu sagen, welche Komponente der Trainings-Protokolle verantwortlich ist für die Unterschiede in der Verbesserung, da es mehr als nur eine Variable gab - Anzahl der Probanden ist sehr tief <p>Werden die Ergebnisse mit ähnlichen Studien verglichen?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Keine Nicht-Übungsgruppe zum Vergleichen - Es ist schwierig zu sagen welche Komponente der Protokolle verantwortlich war für die Unterschiede in der Verbesserung, da es mehr als nur eine Variable gab (Squat auf Board oder Step, Gewicht bei exz. & konz. Phase und nur bei einer, Übung mit oder ohne Schmerzen, Geschwindigkeit oder nicht) <p>Um dies herauszufinden müsste man weitere spezifischere Studien mit mehr Probanden vornehmen.</p> <p>Welche Implikationen für die Praxis, Theorien und zukünftige Forschung sind beschrieben?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Das Decline Squat Protokoll als Rehabilitationsprogramm ist gut geeignet für Sportler mit Patella-Tendinopathie, die das Trainings und die
--	---	--

	<p>darstellen (mehr als 20 Punkte ist positiver Effekt, 10-20 Punkte trivial, weniger als 10 negativ).</p> <p>Wurde ein Signifikanzniveau festgelegt? Signifikanzniveau wurde bei $p < 0.05$ angesetzt.</p> <p>Welche ethischen Fragen werden von den Forschenden diskutiert und werden entsprechende Maßnahmen durchgeführt? Es wurden keine ethischen Fragen diskutiert.</p> <p>Falls relevant ist eine Genehmigung einer Ethikkommission eingeholt worden? Die Studie wurde vom la Trobe University Human Ethics Committee für gut geheißen. Alle Athleten gaben ihre schriftliche Einverständniserklärung.</p>		<p>Spieler trotz den Schmerzen fortsetzen wollen.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Weitere Studien mit grösseren Teilnehmerzahlen werden benötigt um diese Ergebnisse weiter zu untersuchen.
--	---	--	---

Tabelle E: AICA Zusammenfassung der Studie von Rio et. al (2017)

Einleitung	Methode	Ergebnisse	Diskussion
<p>Um welche Konzepte / Problem handelt es sich? Die invasiven Therapieformen sind für Sportler eher ungeeignet, da sie längere Trainingspausen mit sich ziehen. Daher wird eine nichtinvasive Therapie gewünscht. Hierbei weist Tendon Load während der Übung einen positiven Effekt auf die Matrix auf und es wurde gezeigt dass es Schmerzlindernd und funktionsverbessernd wirkt.</p> <p>Was ist die Forschungsfrage, -zweck bzw. das Ziel der Studie? Das Hauptziel der Studie war es, den sofortigen schmerzlindernden Effekt von isometrischen und isotonischen</p>	<p>Um welches Design handelt es sich? Wie wird das Design begründet? Randomized Clinical Trial</p> <p>Um welche Population handelt es sich? 20 Probanden, 18 Männer und 2 Frauen, alle über 16, Durchschnittsalter 22.5 +/- 4.7 Jahre. Wurden von subelite und elite Wettkämpfern rekrutiert, man weiß aber nicht woher die Probanden stammen. Volleyball und Basketballspieler. Zu Beginn waren es 29, 7 schieden aus weil sie nicht mehr kontaktiert werden konnten, 1 aus persönlichen Gründen und 1 wegen einer Verletzung. Beide wurden exkludiert weil sie nicht mehr 3x wöchentlich am Training oder an den Spielen teilnehmen konnten.</p> <p>Welches ist die Stichprobe? – Wer? Wieviel? Charakterisierungen? Einschlusskriterien:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 3 mal wöchentlich Training (inklusive Spiele) - Klinisch diagnostizierte PT mit Ultraschall (echoarm und oder Sehnenverdickung) - Schmerz auf der Innenseite der Patella während Sprung- und Landeaktivitäten und während dem SLDS <p>Ausschlusskriterien:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vorhandensein anderer Kniepathologien - Vorherige Patella-Sehnen Verletzungen - Vorherige Patella-Sehnen Operation - Entzündungsstörungen - Metabolische Knochenkrankung - Diabetes Typ II - Gebrauch von Fluorochinolonen oder Kortikosteroiden in den letzten 12 Monaten - Familiär bekannte Hypercholesterinämie oder Fibromyalgie <p>Athleten mit bilateralen Schmerzen mussten das Bein auswählen welches schmerzhafter war während SLDS.</p>	<p>Welche Ergebnisse werden präsentiert? Welches sind die zentralen Ergebnisse der Studie? Werden die Ergebnisse verständlich präsentiert (Textform, Tabellen, Grafiken)? 1 Athlet der isotonischen Gruppe und 2 Athleten der isometrischen Gruppe gaben ihr Trainingstagebuch nicht zurück und erhielten daher beim NRS ein Change Score von 0. Die Gruppen unterschieden sich nicht bei den Baseline Messungen.</p> <p>Es gab eine signifikanten Unterschied der Reduktion der Schmerzen vor und nach dem Training. Die isometrischen Gruppe wies eine signifikant größere</p>	<p>Werden signifikante und nicht signifikante Ergebnisse erklärt? Ja, wird in der Diskussion noch ausführlich beschrieben.</p> <p>Wie Interpretieren die Forschenden die Ergebnisse? Schmerzlinderung wird einerseits mit der Muskelererschöpfung erklärt, welche Einsatz und Konzentration braucht, was den Output beeinflussen kann. Weiter wird erklärt dass bei maximaler Anstrengung ohne Gewebsschaden ein positiver Effekt ausgelöst wird, welcher zur Schmerzlinderung führen könnte.</p> <p>Unterschied zwischen beiden Gruppen wird mit unterschiedlicher Gewebeantwort auf die verschiedenen Übungen erklärt und dass sich die kortikale Aktivierung unterscheidet.</p> <p>Beim VISA-P wird kein signifikanter Unterschied nach 4 Wochen festgestellt. Es sei auch nicht normal bereits nach 4 Wochen einen Re-Test zu machen, normalerweise braucht es längere Zeit. Es zeigt weiter dass nicht nur der Schmerz eine wichtige Rolle spielt, sondern auch die Funktion den Wert beeinflussen kann.</p>
<p>Muskelkontraktionen auf eine Patella-Tendinopathie zu untersuchen und beide Gruppen zu vergleichen innerhalb eines vierwöchigen Programms. Ein weiteres Ziel war es, den Effekt der isometrischen und isotonischen Kontraktion bezüglich der Schmerzen und des VISA-Scores nach vier Wochen Training zu vergleichen.</p> <p>Welchen theoretischen Bezugsrahmen weist die Studie auf? Siehe Problem / Konzepte</p> <p>Mit welchen Argumenten wurde der Forschungsbedarf begründet? Es wurden bisher kaum Studien erhoben, welche die sofortige Schmerzlinderung nach Übungen untersuchten.</p>	<p>Wie wurde die Stichprobe gezogen? – Probability sampling? – Non-probability sampling? Es wird nicht beschrieben wie die Teilnehmer rekrutiert wurden, daher Non-probability sampling. Sie wurden aber randomisiert auf die beiden Gruppen aufgeteilt, anhand eines randomisierten Nummerngenerator von Excel, diese Nummern wurden dann in verschlossene Umschläge gelegt, wobei die Athleten dann jeweils einen Umschlag auswählen konnten. 10 pro Gruppe.</p> <p>Wird die Auswahl der Teilnehmenden beschrieben und begründet Auswahl wird anhand der Ein- und Ausschlusskriterien begründet, weiter wird nichts bezüglich der Auswahl geschrieben.</p> <p>Gibt es verschiedene Studiengruppen? Isometrisch & isotonisch (siehe Interventionen)</p> <p>Welche Art von Daten wurde erhoben? Baseline Testing:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Größe und Gewicht wurden 3 mal erhoben, Unterschiede der Daten wurden festgehalten - VISA-P Score wurde erhoben - Maximal voluntary isometric contraction wurde ebenfalls getestet für diejenigen welche in der isometrischen Gruppe sind - 8 Repetitionen Maximum wurde für die isotonische Gruppe erhoben <p>Aus diesen Daten wurde dann das Startgewicht festgelegt. Alle Daten wurden an der Selben Leg-Extension Maschine erhoben, welche alle Athleten während der Studienerhebung benutzten.</p> <p>Während Intervention: NRS Score und verwendetes Gewicht an der Maschine</p> <p>Wie häufig wurden Daten erhoben? Daten wurden über 4 Wochen erhoben. Jeweils vor und nach der Intervention wurde der NRS Score festgehalten während der Durchführung einer Repetition eines SLDS. Der NRS wurde zusammen mit dem Gewicht an der Maschine in einem Übungs-Tagebuch festgehalten. VISA-P wurde einmal beim Baseline Testing erhoben und</p>	<p>Reduktion der Schmerzen (1.8 +/- 0.39) auf als die isotonische (0.9 +/- 0.25), $p < 0.001$, Cohens $d = 2.75$.</p> <p>Auch der VISA-P Score beider Gruppen war nach den 4 Wochen höher (isotonisch 10.5 höher, isometrisch 11.5), überschritten aber nicht den MCID (13 Punkte), wodurch der Unterschied nicht signifikant ist. Beide Gruppen wiesen nach den 4 Wochen einen Punkte-Score von mindestens 80/100 auf. Zwischen den Gruppen gab es keine signifikanten Unterschiede.</p> <p>Es gab einen moderaten positiven Zusammenhang zwischen Hauptveränderungen des NRS Scores und den Veränderungen des VISA-P Scores in der ersten Woche. 60% der Varianz der Veränderung des VISA-P Scores vom</p>	<p>Zusammenhang zwischen langzeitigen VISA-P Score und kurzzeitiger Schmerzlinderung in 1 Woche zeigt, dass es möglich ist, bereits nach einer Session auf ein Trainingsprogramm wie dieses anzusprechen.</p> <p>→ Athleten verpassten kein Training, Spiel auf Grund des Trainingsprogramms, war für Athleten während der Saison wichtig ist. → die Athleten konnten wählen, wann sie die Interventionen durchführen möchten → Realistisches Setting da weder Trainingsintensität noch die des Spieles kontrolliert wurde</p> <p>Kann die Forschungsfrage aufgrund der Daten beantwortet werden? Ja kann beantwortet werden. Es wird ein signifikanter Unterschied aufgezeigt bei der Schmerzlinderung vor und nach der Intervention zwischen der isometrischen und der isotonischen Gruppe. Die isometrische Gruppe wies hierbei eine größere Schmerzlinderung auf.</p> <p>Werden Limitationen diskutiert?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Es wurden unilaterale und bilaterale Patienten gemischt, weil die Teilnehmerzahl zu klein war. Dies entspricht zwar dem therapeutischen Alltag,

Exzentrische Übungsprogramme werden von den Sportlern kaum gerne ausgeübt da bis jetzt gezeigt wurde, dass die keinen Effekt oder dann einen negativen Effekt während der Saison aufweisen. Ein Trainingsprogramm mit sofortiger Schmerzlinderung und keiner Muskelererschöpfung wäre somit ideal.	<p>einmal nach 4 Wochen.</p> <p>Welche Messinstrumente wurden verwendet (Begründung)?</p> <ul style="list-style-type: none"> - NRS während SLDS - VISA-P Score - Maßband für Grösse - Waage für Gewicht <p>Welche Intervention wird getestet?</p> <p>Isotonisch:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 4x 8 Wiederholungen mit 80% des 8 Repetition Maximum - 4s exzentrische Phase, 3 Sekunden konzentrische Phase - 1 Minute Pause zwischen Sets - ROM zwischen 10° und 90° Knieflexion - Audiogerät mit Metronom für Tempovorgabe und verbaler Instruktion für Pausen Konzentration - 2.5% mehr Gewicht als Progression* <p>Isometrisch:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 5x 45s Hold bei 80% der maximal voluntary isometric contraction - 1 Minute Pause - 60° Flexion - Audiogerät gleich wie bei Isotonisch - 2.5% mehr Gewicht als Progression* <p>*Wenn alle Übungen mit dem gesetzten Gewicht durchgeführt werden konnten, und die Athleten das Gefühl hatten man kann Gewicht. Ansonsten blieb es für die Folgewoche gleich. Wenn nicht alle Übungen durchgeführt werden konnten wurde Gewicht wieder gesenkt.</p> <p>Die Athleten wurden gebeten während den 4 Wochen keine anderen Quadriceps-Übungen auszuführen, sie durften aber normal Trainieren, ins Fitness Gehen und an Spielen teilnehmen.</p> <p>Welches Datenniveau weisen die erhobenen Variablen auf?</p> <ul style="list-style-type: none"> - NRS: Ordinalskaliert - VISA-P: Ordinalskaliert - Grösse: Proportionalskaliert 	<p>Baseline Testing bis zum Follow-Up wird begründet mit der Schmerzlindernden Wirkung der Übungen in der ersten Woche.</p> <p>Ergebnisse werden verständlich in Textform beschrieben, und einige auch in Tabellenform abgebildet.</p>	<p>sollte aber trotzdem auch noch separat voneinander untersucht werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Teils sind Ergebnisse schwer zu interpretieren. 2 Athleten haben einen tieferen VISA-P Score im Follow-Up, haben aber eine Schmerzlinderung vor und nach der Intervention angegeben, dies ist schwer zu interpretieren wenn man nicht mehr Angaben hat - Fehlende Trainings-Tagebücher. Für diese Athleten wurde dann ein Zero-Change Wert eingetragen, was die Effektgrösse verzerren kann. Diese Athleten wurden aber nicht als Drop-Outs gezählt. - Bei denjenigen, welche eine Session verpasst haben, wurde die LOCF-Methode angewandt. Dies verzerrt jedoch ebenfalls die Ergebnisse, da durch das Zero-Change der Mittelwert verändert wird, und je nach dem gar nicht dem Probanden entspricht. - Probanden wurden nicht überwacht, was dazu führen kann dass nicht alle Sessions durchgeführt werden. - Keine Kontrollgruppe - Es wurde gesagt, dass
	<ul style="list-style-type: none"> - Gewicht: Proportionalskaliert <p>Welche statistischen Verfahren wurden zur Datenanalyse verwendet (deskriptive und/oder schließende)?</p> <ul style="list-style-type: none"> - NRS Werte wurden so ausgewertet das pre-score vom post-score subtrahiert wurde, vielen diese Werte nicht die Annahmen der parametrischen statistischen Tests erfüllten, wurde die equivalent non parametric analysis verwendet. - Startgewicht wurde festgehalten und die Standardabweichung festgehalten. - Wenn Athleten Sessions ausgelassen haben, wurde die „Last observation carried forward LOCF“ Methode angewandt - Die Athleten die gar keine Sessions durchgeführt haben wurden aus der Studie ausgeschlossen - Für diejenigen Athleten welche ihr Trainingstagebuch nicht zurückgegeben haben, jedoch mindestens eine Session durchgeführt haben wurde eine Intention-to-treat angewendet. Ihnen wurde einen pre-NRS und post-NRS Score von 5 gegeben, so dass der Unterschied 0 war. <p>Wurde ein Signifikanzniveau festgelegt? P < 0.05</p> <p>Welche ethischen Fragen werden von den Forschenden diskutiert und werden entsprechende Maßnahmen durchgeführt? Einführung einer Kontrollgruppe. Wurde aber nicht gemacht, da bisher keine positiven Ergebnisse vorlagen In-Season und es somit als unethisch angesehen wurde, Sportler während der Saison einer solchen Gruppe zuzuteilen.</p> <p>Falls relevant ist eine Genehmigung einer Ethikkommission eingeholt worden? Es wurde vom Monash University Human Research Ethics Committee in Australien angenommen und alle Athleten gaben ihre schriftliche Einverständniserklärung dazu ab.</p>		<p>keine anderen Quadriceps-Übungen durchgeführt werden sollen, da dies die Patella-Sehne zu sehr provozieren könnte und so die Ergebnisse beeinflusst werden könnten. Es aber sein, dass dies trotzdem durchgeführt wurde, die Untersucher aber nicht darüber informiert wurden.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Es war nicht klar, ob alle Probanden das Audiogerät benutzt haben. <p>Werden die Ergebnisse mit ähnlichen Studien verglichen? Ja wird mit mehreren Ergebnissen anderer Studien verglichen.</p> <p>Welche Implikationen für die Praxis, Theorien und zukünftige Forschung sind beschrieben?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Unilaterale und bilaterale Symptome getrennt voneinander untersuchen - Mehr qualitative Daten erheben zur Interpretation der Ergebnisse - Messen wie lange die Schmerzlinderung anhält <p>Trainingssessions filmen um Zeitpunkt der Intervention zu erforschen.</p>

Tabelle F: AICA Zusammenfassung der Studie von Kongsgaard et. al (2009)

Einleitung	Methode	Ergebnisse	Diskussion
<p>Um welche Konzepte / Problem handelt es sich? Behandlung von Sportlern mit Patellasehnen Tendinopathie</p> <p>Was ist die Forschungsfrage, -zweck bzw. das Ziel der Studie? Die Forscher möchten den Outcome von verschiedenen Trainingsprogrammen vor allem hinsichtlich des VISA-p und VAS vergleichen</p> <p>Welchen theoretischen Bezugsrahmen weist die Studie auf? Eine Achillessehnen Tendinopathie ist eine Zellveränderung in der Sehne. Es wird vermutet, dass dies eine Reaktion auf Überlastung der Sehne ist.</p>	<p>Um welches Design handelt es sich? Wie wird das Design begründet? Randomisierte kontrollierte einfach-geblindete Studie, das Design wird nicht begründet</p> <p>Um welche Population handelt es sich? 39 Männer mit der Diagnose Patellasehnen Tendinopathie im Alter 18-50 Jahre.</p> <p>Welches ist die Stichprobe? – Wer? Wieviel? Charakterisierungen?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hobbysportler - Tendinopathie mittels Ultraschalles bestätigt - Beschwerden länger als 3 Monate - Keine andere Intervention in den letzten 4 Wochen <p>Wie wurde die Stichprobe gezogen? – Probability sampling? – Non-probability sampling? Non probability sampling</p> <p>Wird die Auswahl der Teilnehmenden beschrieben und begründet? Die Ein und Ausschlusskriterien werden angegeben, jedoch nicht begründet.</p> <p>Gibt es verschiedene Studiengruppen? Es gibt 3 Studien Gruppen, Exzentrisch (ECC), Corticoid Injektion (CORT) und Heavy Slow Resistance (HSR). Die Gruppen wurden mittels Computerprogramm nachfolgenden Parametern aufgeteilt:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alter - Dauer der Symptome - Grösse - Gewicht - Aktivität Level (h/Woche) - Unilateral/Bilateral - Proximal/Distal <p>Welche Art von Daten wurde erhoben?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ultraschall Grey-scale und Colour Doppler, - Patella sehnen Biopsie - VISA-p 	<p>Welche Ergebnisse werden präsentiert? Welches sind die zentralen Ergebnisse der Studie? Werden die Ergebnisse verständlich präsentiert (Textform, Tabellen, Grafiken)?</p> <p>Vor der Studie haben die drei Gruppen keine signifikanten Unterschiede im Bezug auf Aktivität Level, VISA-p, VAS, Sehnen Dicke und Colour Doppler aufgewiesen.</p> <p>Nach der Interventionsphase konnten bei alle, 3 Gruppen signifikante Verbesserungen im VISA-p ($p<0.01$) und VAS ($p<0.01$) festgestellt werden, die 3 Gruppen untereinander wiesen jedoch keine signifikanten Unterschiede untereinander auf.</p>	<p>Werden signifikante und nicht signifikante Ergebnisse erklärt? Es werden alle Ergebnisse erklärt.</p> <p>Wie Interpretieren die Forschenden die Ergebnisse? Die Forschenden können sich die Schmerzreduktion nicht erklären, da dieser Mechanismus bis heute unklar ist.</p> <p>Aufgrund dieser Studie sehen sie sich jedoch bestärkt, dass es keinen Grund gibt die Konzentrische Bewegung, bei der Rehabilitation von Tendinopathien zu meiden. Zu Beginn war die Hypothese der Forschenden: HSR werde ein besserer Outcome als ECC aufweisen, dies hat sich nicht bewahrheitet. Es gab keine signifikanten Unterschiede bei den zentralen Outcomes festgestellt werden konnte. Sie favorisieren trotz allem HSR da es eine bessere Patienten Zufriedenheit aufweist als ECC oder CORT.</p> <p>Kann die Forschungsfrage aufgrund der Daten beantwortet werden?</p>
<p>Mit welchen Argumenten wurde der Forschungsbedarf begründet? Bis heute wurde vor allem das Exzentrische Training als Konservative Therapie eingesetzt, Es gibt jedoch wenig Studien die andere Trainingsprogramme untersucht haben. Deshalb ist die Behandlung von Tendinopathien immer noch eine Herausforderung. Diese Studie soll zeigen ob, andere Trainingsprogramme ein besseres Outcome als das weit verbreitete Exzentrische Training aufweisen</p>	<p>- VAS</p> <p>Wie häufig wurden Daten erhoben? Ultraschall und Biopsie Woche 0 und 12. VISA-p und VAS Woche 0, 12 und nach 6 Monaten</p> <p>Welche Messinstrumente wurden verwendet (Begründung)? -Grey Scale Ultraschall, um die Verdickung der Sehne zu Messen -Doppler Ultraschall, um die Gewebe Veränderung zu analysieren -Patellasehnen Biopsie, um die Crosslinks in der Sehne zu analysieren -VAS, für den Schmerz -VISA-P, um die Funktion zu beurteilen</p> <p>Welche Intervention wird getestet? CORT, ECC, HSR</p> <p>Welches Datenniveau weisen die erhobenen Variablen auf?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alter: Proportional - Grösse: Proportional - Gewicht: Proportional - BMI: Proportional - Dauer der Beschwerden: Proportional - Aktivität Level h/w: Proportional - Unilateral/Bilateral: Nominal - Proximal/Distal: Nominal - VISA-P: Ordinal - VAS: Ordinal - Sehnen dicke: Proportional - Ultraschall Pixel: Proportional <p>Welche statistischen Verfahren wurden zur Datenanalyse verwendet (deskriptive und / oder schliessende)? Mann-Whitney U-test: um die Unterschiede zwischen betroffener Sehne und nicht betroffener zu Analysieren Wilcoxon matched-pairs signed-ranks test: für die Veränderung innerhalb der jeweiligen Gruppe Kruskal Wallis: um die absoluten und relativen Unterschiede zwischen den</p>	<p>Die Sehrendicke hat bei der CORT sowie HSR Gruppe signifikant abgenommen (ist also wieder mehr der Norm entsprechend), ECC zeigte keine signifikanten Unterschiede ($p<0.01$).</p> <p>Beim Followup gab es signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen, ECC und HSR konnten den VISA-P halten, CORT zeigte eine signifikante Verschlechterung zwischen der Interventionsperiode und dem 6 Monatigen Followup ($p<0.05$). HSR hat signifikant bessere Werte als die anderen beiden Gruppen ($p<0.05$) im Bereich der Patientenzufriedenheit nach 6 Monaten erreicht</p> <p>Die Resultate wurden in Textform, Tabellarisch und als Diagramm dargestellt. Die Tabellen sowie das Diagramm verfügen über eine</p>	<p>Ja</p> <p>Werden Limitationen diskutiert?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Durch die geringe Stichprobengrösse kann kein sicherer Vergleich zwischen ECC und HSR gezogen werden. - Durch die Sehnenbiopsie wäre eine grössere Stichprobe schwierig gewesen. <p>Werden die Ergebnisse mit ähnlichen Studien verglichen? Die vorliegende Studie bezieht sich auf diverse andere Studien, bei den Zentralen Outcomes kommt diese Studie zu den gleichen Schlüssen wie die Vergleichsstudien. Diese Studie sei aber die erste welche in vivo die mechanischen Veränderungen einer Sehne nach Corticoid Injektionen untersucht hat.</p> <p>Welche Implikationen für die Praxis, Theorien und zukünftige Forschung sind beschrieben?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zukünftige Forschungen sollten grössere sample Sizes haben, um die
	<p>Gruppen zu bestimmen.</p> <p>Friedman Test mit Dunns post hoc: Für VISA-p und VAS</p> <p>Wurde ein Signifikanzniveau festgelegt? Signifikanzniveau wurde bei $p<0.01$ oder $p < 0.05$ angesetzt.</p> <p>Welche ethischen Fragen werden von den Forschenden diskutiert und werden entsprechende Massnahmen durchgeführt? Es wurden keine ethischen Fragen diskutiert.</p> <p>Falls relevant ist eine Genehmigung einer Ethikkommission eingeholt worden? Die Studie wurde vom universitären Ethikkomitee anerkannt und alle Athleten gaben ihre schriftliche Einverständniserklärung.</p>	<p>Legende, signifikante Werte wurden gekennzeichnet.</p>	<p>klinischen Resultate zu bestätigen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zukünftige Forschungen sollen vermehrt mit Biopsien arbeiten, um ein besseres Verständnis der Pathologie zu erreichen

Tabelle G: AICA Zusammenfassung der Studie von van Ark et. al (2016)

Einleitung	Methode	Ergebnisse	Diskussion
<p>Um welche Konzepte / Problem handelt es sich? Patellasehnen Tendinopathie ist eine weitverbreitete Sportlerpathologie. Die meisten der gängigen Behandlungen zwingen die betroffenen jedoch zu einer sportlichen Pause. Bis jetzt gilt Exzentrisches Training als das beste Programm. Es gibt jedoch Studien, die sagen, dass dieses Training während der Saison kontraproduktiv ist.</p> <p>Was ist die Forschungsfrage, -zweck bzw. das Ziel der Studie? Ob Isometrisches sowie Isotonisches Training die Schmerzen bei Sportlern mit Patellasehnenentendinopathie während der Saison reduzieren kann.</p> <p>Welchen theoretischen Bezugsrahmen weist die Studie auf? Vorhergehende Studien haben gezeigt, dass Exzentrisches Training bei Sportlern während der Saison die Symptome</p>	<p>Um welches Design handelt es sich? Wie wird das Design begründet? Es handelt sich um ein Randomisierte Kontrollierte Studie, das Design wird nicht begründet.</p> <p>Um welche Population handelt es sich? Basketball oder Volleyballspieler/innen der Victorian Ligen</p> <p>Welches ist die Stichprobe? – Wer? Wieviel? Charakterisierungen?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Männer: 27 - Frauen: 2 - Alter 16-32 Jahren - Minimum 3-mal die Woche Training oder Match - Patellasehnenentendinopathie diagnostiziert durch einen Erfahrenen Physiotherapeuten. - Schmerzen inferior oder superior bei der Patellasehne - Vorgeschichte mit Sportabhängigen Beschwerden am selben Ort - Keine anderen Kniepathologien - Keine Patellasehnen Rupturen - Keine anderen Entzündliche Erkrankungen - Keine Knochenveränderungen - Kein Typ 2 Diabetes - Keine Benutzung von Fluoricones oder Cortison in den letzten 12 Monaten - Keine in der Familie bekannte Hypercholesterinämie - Kein chronischer Schmerz <p>Wie wurde die Stichprobe gezogen? – Probability sampling? – Non-probability sampling? Non probability sampling, die Probanden wurden nach dem Training oder Spiel angesprochen. Von wem wird nicht erwähnt. Falls sie den Kriterien entsprachen wurden sie für die Studie angefragt.</p>	<p>Welche Ergebnisse werden präsentiert? Welches sind die zentralen Ergebnisse der Studie? Werden die Ergebnisse verständlich präsentiert (Textform, Tabellen, Grafiken)?</p> <p>Der NRS hat sich in den 4 Wochen sowohl bei der Isometrischen ($p=0.012$) sowie bei der Isotonischen ($p=0.003$) signifikant verringert, es gab jedoch zwischen den Gruppen keine signifikanten Unterschiede ($p=0.208$).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bei der Isometric Group war der NRS zu Beginn bei einem Durchschnitt von 6.3, nach 4 Wochen betrug er noch 4. - Bei der Isotonic Group war der NRS zu Beginn bei einem Durchschnitt von 5.5, nach 4 Wochen betrug er noch 2. <p>Der VISA-P hat sich in diesen 4 Wochen ebenfalls signifikant bei beiden</p>	<p>Werden signifikante und nicht signifikante Ergebnisse erklärt? Es werden alle Ergebnisse ausführlich beschrieben.</p> <p>Wie Interpretieren die Forschenden die Ergebnisse? In anderen Studien wurden ähnliche Ergebnisse festgestellt, diese jedoch erst nach 12 Wochen (in diesen Studien wurde erst nach 12 Wochen gemessen), dies zeigt, dass man schnelle Ergebnisse erzielen kann. Im Gegensatz zu anderen Studien, welche zeigen, dass Isometrisches Training den Isotonischen überlegen ist, konnte hier kein Unterschied festgestellt werden. Die Forscher kommen zum Schluss, dass beide Trainingsprogramme die Patellasehne nicht überlastet haben. Man habe eher an der Muskelkraft und neuronal Aktivierung gearbeitet.</p> <p>Kann die Forschungsfrage aufgrund der Daten beantwortet werden?</p>
<p>verschlimmern kann. Bei asymptomatischen Fussballspielern wurde sogar ein höheres Risiko festgestellt ein Jumpers Knie zu bekommen, wenn Exzentrisches Training gemacht wurde.</p> <p>Mit welchen Argumenten wurde der Forschungsbedarf begründet? Die Forscher möchten gerne herausfinden, ob Isometrisches Training die Schmerzen über eine längere Zeit senken kann und so dem Sportler einen Nutzen bringt. Sie möchten vergleichen ob Isometrisches Training einen grösseren Nutzen bringt als Isotonisches. Sie möchten auch herausfinden wie ein Trainingsprogramm aussehen kann, welches den Sportlern erlaubt ihr Training und Spiele wahrzunehmen trotz Tendinopathie, da es hierzu noch keine Literatur gibt.</p>	<p>Wird die Auswahl der Teilnehmenden beschrieben und begründet? Die Ein- und Ausschlusskriterien werden genannt, siehe oben. Die Kriterien werden nicht begründet.</p> <p>Gibt es verschiedene Studiengruppen? Zuteilung in die Gruppen erfolgte mittels blindlichten Umschlag. Es gibt eine isometrische und eine isotonische Interventionsgruppe. In der Isometrischen 13 Probanden in der Isotonischen 16.</p> <p>Welche Art von Daten wurde erhoben?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Maximal Kraft Testung - schriftliche Befragung (VISA-P, NRS und Global Rating of Change Scale) - NRS wurde während dem Single Leg Decline Squat erfragt <p>Wie häufig wurden Daten erhoben? Zu Beginn der Studie und zum Schluss nach 4 Wochen</p> <p>Welche Messinstrumente wurden verwendet (Begründung)?</p> <ul style="list-style-type: none"> - NRS für Schmerz während dem Single Leg Decline Squat. - VISA-P Fragebogen zur Bewertung der Sehnenschmerzen und Funktion - Global Rating of Change Scale für den Unterschied der Schmerzen im Vergleich Training zum Alltag - Trainingstagebuch, um absolvierte Trainingseinheiten zu erfassen. <p>Welche Intervention wird getestet? Isometrisches und Isotonisches Programm Beide Programme wurden ausschliesslich auf der Legextension Maschine ausgeführt.</p> <p>Welches Datenniveau weisen die erhobenen Variablen auf?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Geschlecht: Nominal 	<p>Gruppen verbessert, bei der Isometrischen betrug er ($p=0.028$) bei der Isotonischen ($p=0.003$), es konnte jedoch auch hier kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen festgestellt werden ($p=0.965$).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bei der Isometric Group war der VISA-p zu Beginn bei einem Durchschnitt von 66.5 nach 4 Wochen hat er sich auf 75 gesteigert. - Bei der Isotonic Group war der VISA-p zu Beginn bei einem Durchschnitt von 69.5, nach 4 Wochen hat er sich auf 79 gesteigert <p>GRC hat sich bei beiden Gruppen verbessert Isometric um +2.5 und Isotonic +2, hier wird jedoch kein Signifikanzlevel angegeben. Die Forschenden haben auch eine minimal clinical important difference (MCID) festgelegt, diese betrug bei der NRS 2 Punkte beim VISA Score 13 Punkte dies konnten beide Gruppen nur</p>	<p>Die gestellte Forschungsfrage kann beantwortet werden.</p> <p>Werden Limitationen diskutiert?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Die geringe Zahl der Probanden in den Intervention Gruppen. - Keine Samplesize Kalkulation möglich da dies die erste Studie ist, die diese Trainingsprogramme vergleicht. - Kurzes Followup mit 4 Wochen - Die Trainingseinheiten der Athleten erfolgten ohne Supervision oder Überprüfung der Compliance <p>Werden die Ergebnisse mit ähnlichen Studien verglichen? Die Studie vergleicht die Ergebnisse mit ähnlichen Studien und kommt zu anderen Resultaten, bezüglich der Wirkung von Isometrie. Dieses hat in anderen Studien eine schnellere schmerz Linderung gebracht als andre Programme. Dieser Unterschied konnte in dieser Studie nicht festgestellt werden.</p>

	<ul style="list-style-type: none"> - Alter: Proportional - Dauer der Beschwerden: Proportional - BMI: Proportional - Unilateral/Bilateral: Nominal - NRS: Ordinal - VISA-P: Ordinal - Trainineinheiten: Proportional - Global Rating of Change Scale: Intervall <p>Welche statistischen Verfahren wurden zur Datenanalyse verwendet (deskriptive und/oder schliessende)? Beschreibende Statistik: Wilcoxon rangsummen Test: Für NRS und VISA-P Veränderung in der jeweiligen Interventionsgruppe Mann-Whitney U Test: Für die Unterschiede bezüglich NRS und VISA-P zwischen den Gruppen zu messen</p> <p>Wurde ein Signifikanzniveau festgelegt? Signifikanzniveau wurde bei $p < 0.05$ angesetzt.</p> <p>Welche ethischen Fragen werden von den Forschenden diskutiert und werden entsprechende Massnahmen durchgeführt? Es wurden keine ethischen Fragen diskutiert.</p> <p>Falls relevant ist eine Genehmigung einer Ethikkommission eingeholt worden? Die Studie wurde vom Monash University Human Research Ethics Committee Australia genehmigt und alle Athleten gaben ihre schriftliche Einverständniserklärung.</p>	<p>bei der NRS Skala erreichen</p> <p>Die Ergebnisse wurden in schriftlicher Form sowie tabellarisch dargestellt. Die Tabellen verfügen über eine Legende, signifikante Werte wurden markiert.</p>	<p>Welche Implikationen für die Praxis, Theorien und zukünftige Forschung sind beschrieben?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Die Forschenden möchten weitere Studien mit mehr Probanden durchführen, in diesen sollten die Probanden eine bessere Betreuung während den Trainingseinheiten haben. - Es ist noch nicht klar wie die optimale Dosierung der Übungen auszusehen hat.
--	--	--	--

Tabelle H: AICA Zusammenfassung der Studie von Beyer et. al (2015)

Einleitung	Methode	Ergebnisse	Diskussion
<p>Um welche Konzepte / Problem handelt es sich? Behandlung von Sportlern mit Patellasehnen Tendinopathie</p> <p>Was ist die Forschungsfrage, -zweck bzw. das Ziel der Studie? Die Forscher möchten den Outcome von verschiedenen Trainingsprogrammen vor allem hinsichtlich des VISA-p und VAS vergleichen</p> <p>Welchen theoretischen Bezugsrahmen weist die Studie auf? Eine Achillessehnen Tendinopathie ist eine Zellveränderung in der Sehne. Es wird vermutet, dass dies eine Reaktion auf Überlastung der Sehne ist.</p> <p>Mit welchen Argumenten wurde</p>	<p>Um welches Design handelt es sich? Wie wird das Design begründet? Randomisierte kontrollierte einfach-geblindete Studie, das Design wird nicht begründet</p> <p>Um welche Population handelt es sich? 39 Männer mit der Diagnose Patellasehnen Tendinopathie im Alter 18-50 Jahre.</p> <p>Welches ist die Stichprobe? – Wer? Wieviel? Charakterisierungen?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hobbysportler - Tendinopathie mittels Ultraschalles bestätigt - Beschwerden länger als 3 Monate - Keine andere Intervention in den letzten 4 Wochen <p>Wie wurde die Stichprobe gezogen? – Probability sampling? – Non-probability sampling? Non probability sampling</p> <p>Wird die Auswahl der Teilnehmenden beschrieben und begründet Die Ein und Ausschlusskriterien werden angegeben, jedoch nicht begründet.</p> <p>Gibt es verschiedene Studiengruppen? Es gibt 3 Studien Gruppen, Exzentrisch (ECC), Corticoid Injektion (CORT) und Heavy Slow Resistance (HSR). Die Gruppen wurden mittels Computerprogramm nachfolgenden Parametern aufgeteilt:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alter - Dauer der Symptome - Grösse - Gewicht - Aktivität Level (h/Woche) - Unilateral/Bilateral - Proximal/Distal <p>Welche Art von Daten wurde erhoben?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ultraschall Grey-scale und Colour Doppler, - Patella sehnen Biopsie - VISA-p - VAS 	<p>Welche Ergebnisse werden präsentiert? Welches sind die zentralen Ergebnisse der Studie? Werden die Ergebnisse verständlich präsentiert (Textform, Tabellen, Grafiken)?</p> <p>Vor der Studie haben die drei Gruppen keine signifikanten Unterschiede im Bezug auf Aktivität Level, VISA-p, VAS, Sehnen Dicke und Colour Doppler aufgewiesen.</p> <p>Nach der Interventionsphase konnten bei alle, 3 Gruppen signifikante Verbesserungen im VISA-p ($p < 0.01$) und VAS ($p < 0.01$) festgestellt werden, die 3 Gruppen untereinander wiesen jedoch keine signifikanten Unterschiede</p>	<p>Werden signifikante und nicht signifikante Ergebnisse erklärt?</p> <p>Es werden alle Ergebnisse erklärt.</p> <p>Wie Interpretieren die Forschenden die Ergebnisse? Die Forschenden können sich die Schmerzreduktion nicht erklären, da dieser Mechanismus bis heute unklar ist.</p> <p>Aufgrund dieser Studie sehen sie sich jedoch bestärkt, dass es keinen Grund gibt die Konzentrische Bewegung, bei der Rehabilitation von Tendinopathien zu meiden. Zu Beginn war die Hypothese der Forschenden: HSR werde ein besserer Outcome als ECC aufweisen, dies hat sich nicht bewahrheitet. Es gab keine signifikanten Unterschiede bei den zentralen Outcomes festgestellt werden konnte. Sie favorisieren trotz allem HSR da es eine bessere Patienten Zufriedenheit aufweist als ECC oder CORT.</p> <p>Kann die Forschungsfrage aufgrund der Daten beantwortet werden?</p>

<p>der Forschungsbedarf begründet? Bis heute wurde vor allem das Exzentrische Training als konservative Therapie eingesetzt. Es gibt jedoch wenig Studien die andere Trainingsprogramme untersucht haben. Deshalb ist die Behandlung von Tendinopathien immer noch eine Herausforderung. Diese Studie soll zeigen ob, andere Trainingsprogramme ein besseres Outcome als das weit verbreitete Exzentrische Training aufweisen</p>	<p>Wie häufig wurden Daten erhoben? Ultraschall und Biopsie Woche 0 und 12. VISA-p und VAS Woche 0, 12 und nach 6 Monaten</p> <p>Welche Messinstrumente wurden verwendet (Begründung)? -Grey Scale Ultraschall, um die Verdickung der Sehne zu messen -Doppler Ultraschall, um die Gewebe Veränderung zu analysieren -Patellasehnen Biopsie, um die Crosslinks in der Sehne zu analysieren -VAS, für den Schmerz -VISA-P, um die Funktion zu beurteilen</p> <p>Welche Intervention wird getestet? CORT, ECC, HSR</p> <p>Welches Datenniveau weisen die erhobenen Variablen auf?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alter: Proportional - Grösse: Proportional - Gewicht: Proportional - BMI: Proportional - Dauer der Beschwerden: Proportional - Aktivität Level h/w: Proportional - Unilateral/Bilateral: Nominal - Proximal/Distal: Nominal - VISA-P: Ordinal - VAS: Ordinal - Sehnen dicke: Proportional - Ultraschall Pixel: Proportional <p>Welche statistischen Verfahren wurden zur Datenanalyse verwendet (deskriptive und / oder schliessende)? Mann-Whitney U-test: um die Unterschiede zwischen betroffener Sehne und nicht betroffener zu analysieren</p> <p>Wilcoxon matched-pairs signed-ranks test: für die Veränderung innerhalb der jeweiligen Gruppe Kruskal Wallis: um die absoluten und relativen Unterschiede zwischen den Gruppen zu bestimmen.</p>	<p>untereinander auf. Die Sehrendicke hat bei der Cort sowie HSR Gruppe signifikant abgenommen (ist also wieder mehr der Norm entsprechend), ECC zeigte keine signifikanten Unterschiede ($p < 0.01$).</p> <p>Beim Followup gab es signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen. ECC und HSR konnten den VISA-P halten, CORT zeigte eine signifikante Verschlechterung zwischen der Interventionsperiode und dem 6 monatigen Followup ($p < 0.05$). HSR hat signifikant bessere Werte als die anderen beiden Gruppen ($p < 0.05$) im Bereich der Patientenzufriedenheit nach 6 Monaten erreicht</p> <p>Die Resultate wurden in Textform, Tabellarisch und als</p>	<p>Ja</p> <p>Werden Limitationen diskutiert?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Durch die geringe Stichprobengrösse kann kein sicherer Vergleich zwischen ECC und HSR gezogen werden. - Durch die Sehnenbiopsie wäre eine grössere Stichprobe schwierig gewesen. <p>Werden die Ergebnisse mit ähnlichen Studien verglichen? Die vorliegende Studie bezieht sich auf diverse andere Studien, bei den Zentralen Outcomes kommt diese Studie zu den gleichen Schlüssen wie die Vergleichsstudien. Diese Studie sei aber die erste welche in vivo die mechanischen Veränderungen einer Sehne nach Corticoid Injektionen untersucht hat.</p> <p>Welche Implikationen für die Praxis, Theorien und zukünftige Forschung sind beschrieben?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zukünftige Forschungen sollten grössere sample Sizes haben, um die
	<p>Friedman Test mit Dunns post hoc: Für VISA-p und VAS</p> <p>Wurde ein Signifikanzniveau festgelegt? Signifikanzniveau wurde bei $p < 0.01$ oder $p < 0.05$ angesetzt.</p> <p>Welche ethischen Fragen werden von den Forschenden diskutiert und werden entsprechende Massnahmen durchgeführt? Es wurden keine ethischen Fragen diskutiert.</p> <p>Falls relevant ist eine Genehmigung einer Ethikkommission eingeholt worden? Die Studie wurde vom universitären Ethikkomitee anerkannt und alle Athleten gaben ihre schriftliche Einverständniserklärung.</p>	<p>Diagramm dargestellt. Die Tabellen sowie das Diagramm verfügen über eine Legende, signifikante Werte wurden gekennzeichnet.</p>	<p>klinischen Resultate zu bestätigen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zukünftige Forschungen sollen vermehrt mit Biopsien arbeiten, um ein besseres Verständnis der Pathologie zu erreichen

PEDro-Skala

Abbildung A: PEDro-Skala der Studie von Rio et. al (2015)

PEDro-skala – Deutsch		
1. Die Ein- und Ausschlusskriterien wurden spezifiziert	nein <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> wo:	
2. Die Probanden wurden den Gruppen randomisiert zugeordnet (im Falle von Crossover Studien wurde die Abfolge der Behandlungen den Probanden randomisiert zugeordnet)	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> wo:	
3. Die Zuordnung zu den Gruppen erfolgte verborgen	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> wo:	
4. Zu Beginn der Studie waren die Gruppen bzgl. der wichtigsten prognostischen Indikatoren einander ähnlich	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> wo:	
5. Alle Probanden waren geblindet	nein <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> wo:	
6. Alle Therapeuten/Innen, die eine Therapie durchgeführt haben, waren geblindet	nein <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> wo:	
7. Alle Untersucher, die zumindest ein zentrales Outcome gemessen haben, waren geblindet	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> wo:	
8. Von mehr als 85% der ursprünglich den Gruppen zugeordneten Probanden wurde zumindest ein zentrales Outcome gemessen	nein <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> wo:	
9. Alle Probanden, für die Ergebnismessungen zur Verfügung standen, haben die Behandlung oder Kontrollanwendung bekommen wie zugeordnet oder es wurden, wenn dies nicht der Fall war, Daten für zumindest ein zentrales Outcome durch eine ‚intention to treat‘ Methode analysiert	nein <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> wo:	
10. Für mindestens ein zentrales Outcome wurden die Ergebnisse statistischer Gruppenvergleiche berichtet	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> wo:	
11. Die Studie berichtet sowohl Punkt- als auch Streuungsmaße für zumindest ein zentrales Outcome	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> wo:	

Abbildung B: PEDro-Skala der Studie von Young et. al (2005)

PEDro-skala – Deutsch		
1. Die Ein- und Ausschlusskriterien wurden spezifiziert	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> wo:	
2. Die Probanden wurden den Gruppen randomisiert zugeordnet (im Falle von Crossover Studien wurde die Abfolge der Behandlungen den Probanden randomisiert zugeordnet)	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> wo:	
3. Die Zuordnung zu den Gruppen erfolgte verborgen	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> wo:	
4. Zu Beginn der Studie waren die Gruppen bzgl. der wichtigsten prognostischen Indikatoren einander ähnlich	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> wo:	
5. Alle Probanden waren geblindet	nein <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> wo:	
6. Alle Therapeuten/Innen, die eine Therapie durchgeführt haben, waren geblindet	nein <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> wo:	
7. Alle Untersucher, die zumindest ein zentrales Outcome gemessen haben, waren geblindet	nein <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> wo:	
8. Von mehr als 85% der ursprünglich den Gruppen zugeordneten Probanden wurde zumindest ein zentrales Outcome gemessen	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> wo:	
9. Alle Probanden, für die Ergebnismessungen zur Verfügung standen, haben die Behandlung oder Kontrollanwendung bekommen wie zugeordnet oder es wurden, wenn dies nicht der Fall war, Daten für zumindest ein zentrales Outcome durch eine ‚intention to treat‘ Methode analysiert	nein <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> wo:	
10. Für mindestens ein zentrales Outcome wurden die Ergebnisse statistischer Gruppenvergleiche berichtet	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> wo:	
11. Die Studie berichtet sowohl Punkt- als auch Streuungsmaße für zumindest ein zentrales Outcome	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> wo:	

Abbildung C: PEDro-Skala der Studie von Rio et. al (2017)

1. Die Ein- und Ausschlusskriterien wurden spezifiziert	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> wo:
2. Die Probanden wurden den Gruppen randomisiert zugeordnet (im Falle von Crossover Studien wurde die Abfolge der Behandlungen den Probanden randomisiert zugeordnet)	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> wo:
3. Die Zuordnung zu den Gruppen erfolgte verborgen	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> wo:
4. Zu Beginn der Studie waren die Gruppen bzgl. der wichtigsten prognostischen Indikatoren einander ähnlich	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> wo:
5. Alle Probanden waren geblindet	nein <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> wo:
6. Alle Therapeuten/Innen, die eine Therapie durchgeführt haben, waren geblindet	nein <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> wo:
7. Alle Untersucher, die zumindest ein zentrales Outcome gemessen haben, waren geblindet	nein <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> wo:
8. Von mehr als 85% der ursprünglich den Gruppen zugeordneten Probanden wurde zumindest ein zentrales Outcome gemessen	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> wo:
9. Alle Probanden, für die Ergebnismessungen zur Verfügung standen, haben die Behandlung oder Kontrollanwendung bekommen wie zugeordnet oder es wurden, wenn dies nicht der Fall war, Daten für zumindest ein zentrales Outcome durch eine ‚intention to treat‘ Methode analysiert	nein <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> wo:
10. Für mindestens ein zentrales Outcome wurden die Ergebnisse statistischer Gruppenvergleiche berichtet	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> wo:
11. Die Studie berichtet sowohl Punkt- als auch Streuungsmaße für zumindest ein zentrales Outcome	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> wo:

Abbildung D: PEDro-Skala der Studie von Kongsgaard et. al (2009)

PEDro-skala – Deutsch		
1. Die Ein- und Ausschlusskriterien wurden spezifiziert	nein <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> wo:	
2. Die Probanden wurden den Gruppen randomisiert zugeordnet (im Falle von Crossover Studien wurde die Abfolge der Behandlungen den Probanden randomisiert zugeordnet)	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> wo:	
3. Die Zuordnung zu den Gruppen erfolgte verborgen	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> wo:	
4. Zu Beginn der Studie waren die Gruppen bzgl. der wichtigsten prognostischen Indikatoren einander ähnlich	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> wo:	
5. Alle Probanden waren geblindet	nein <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> wo:	
6. Alle Therapeuten/Innen, die eine Therapie durchgeführt haben, waren geblindet	nein <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> wo:	
7. Alle Untersucher, die zumindest ein zentrales Outcome gemessen haben, waren geblindet	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> wo:	
8. Von mehr als 85% der ursprünglich den Gruppen zugeordneten Probanden wurde zumindest ein zentrales Outcome gemessen	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> wo:	
9. Alle Probanden, für die Ergebnismessungen zur Verfügung standen, haben die Behandlung oder Kontrollanwendung bekommen wie zugeordnet oder es wurden, wenn dies nicht der Fall war, Daten für zumindest ein zentrales Outcome durch eine ‚intention to treat‘ Methode analysiert	nein <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> wo:	
10. Für mindestens ein zentrales Outcome wurden die Ergebnisse statistischer Gruppenvergleiche berichtet	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> wo:	
11. Die Studie berichtet sowohl Punkt- als auch Streuungsmaße für zumindest ein zentrales Outcome	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> wo:	

Abbildung E: PEDro-Skala der Studie von van Ark et. al (2016)

PEDro-skala – Deutsch

1. Die Ein- und Ausschlusskriterien wurden spezifiziert	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> wo:
2. Die Probanden wurden den Gruppen randomisiert zugeordnet (im Falle von Crossover Studien wurde die Abfolge der Behandlungen den Probanden randomisiert zugeordnet)	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> wo:
3. Die Zuordnung zu den Gruppen erfolgte verborgen	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> wo:
4. Zu Beginn der Studie waren die Gruppen bzgl. der wichtigsten prognostischen Indikatoren einander ähnlich	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> wo:
5. Alle Probanden waren geblendet	nein <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> wo:
6. Alle Therapeuten/Innen, die eine Therapie durchgeführt haben, waren geblendet	nein <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> wo:
7. Alle Untersucher, die zumindest ein zentrales Outcome gemessen haben, waren geblendet	nein <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> wo:
8. Von mehr als 85% der ursprünglich den Gruppen zugeordneten Probanden wurde zumindest ein zentrales Outcome gemessen	nein <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> wo:
9. Alle Probanden, für die Ergebnismessungen zur Verfügung standen, haben die Behandlung oder Kontrollanwendung bekommen wie zugeordnet oder es wurden, wenn dies nicht der Fall war, Daten für zumindest ein zentrales Outcome durch eine ‚intention to treat‘ Methode analysiert	nein <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> wo:
10. Für mindestens ein zentrales Outcome wurden die Ergebnisse statistischer Gruppenvergleiche berichtet	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> wo:
11. Die Studie berichtet sowohl Punkt- als auch Streuungsmaße für zumindest ein zentrales Outcome	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> wo:

Abbildung F: PEDro-Skala der Studie von Beyer et. al (2015)

PEDro-skala – Deutsch

1. Die Ein- und Ausschlusskriterien wurden spezifiziert	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> wo:
2. Die Probanden wurden den Gruppen randomisiert zugeordnet (im Falle von Crossover Studien wurde die Abfolge der Behandlungen den Probanden randomisiert zugeordnet)	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> wo:
3. Die Zuordnung zu den Gruppen erfolgte verborgen	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> wo:
4. Zu Beginn der Studie waren die Gruppen bzgl. der wichtigsten prognostischen Indikatoren einander ähnlich	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> wo:
5. Alle Probanden waren geblendet	nein <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> wo:
6. Alle Therapeuten/Innen, die eine Therapie durchgeführt haben, waren geblendet	nein <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> wo:
7. Alle Untersucher, die zumindest ein zentrales Outcome gemessen haben, waren geblendet	nein <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> wo:
8. Von mehr als 85% der ursprünglich den Gruppen zugeordneten Probanden wurde zumindest ein zentrales Outcome gemessen	nein <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> wo:
9. Alle Probanden, für die Ergebnismessungen zur Verfügung standen, haben die Behandlung oder Kontrollanwendung bekommen wie zugeordnet oder es wurden, wenn dies nicht der Fall war, Daten für zumindest ein zentrales Outcome durch eine ‚intention to treat‘ Methode analysiert	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> wo:
10. Für mindestens ein zentrales Outcome wurden die Ergebnisse statistischer Gruppenvergleiche berichtet	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> wo:
11. Die Studie berichtet sowohl Punkt- als auch Streuungsmaße für zumindest ein zentrales Outcome	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> wo:

Trainingsprogramm für Patella- und Achillessehnen-Tendinopathie

1. Geeignet als Heimprogramm

Trainingsprogramm für kurzfristige und langfristige Schmerzlinderung bei einer Patellasehnen-tendinopathie In-Season¹.

2x wöchentlich, 3 Serien mit 15 Wiederholungen. Alle Squats werden einbeinig ausgeführt und bis 60° Knieflexion.

Decline (A)	Step (B)
25° Decline Board	10cm hoher Step
Nur exzentrische Phase auf symptomatischen Bein ausführen	Exzentrische und konzentrische Phase auf symptomatischem Bein ausführen
Ein moderater Schmerz ist erwünscht	Minimaler Sehnenschmerz erlaubt
Progression wenn Schmerz nachlässt: Gewicht dazu nehmen	Progression: Geschwindigkeit erhöhen, dann Gewicht dazunehmen

Bildquelle: <https://www.researchgate.net/figure/A-Decline-squat->

Pro:

- Einfache Ausführung der Übung, nur wenig Ausweichbewegung möglich
- Wiederholungsanzahl und Serien bleiben stets gleich

Contra:

- Braucht ein spezifisches Decline Board/Step
- Instruktion bezüglich Bewegungsausmass notwendig

Alternative für Decline-Squats: Zweimal täglich einmal Morgens und einmal Abends durchführen, Anzahl Serien und Wiederholungen bleibt gleich aber jeweils 2 Minuten Pause zwischen den Serien, hat ebenfalls Schmerzlindernden Effekt³.

Trainingsprogramm für Schmerzlinderung bei einer Achillessehnentendinopathie⁵.

Trainingsprogramm für 12 Wochen.

Exzentrisch (ECC)

- Calf-Raises auf Treppe mit Gestrecktem Bein
- Calf-Raises auf der Treppe mit flektiertem Knie.

Über den gesamten Trainingszeitraum 3 Sets mit 15 Wiederholungen. Morgens und Abends.

Exzentrische Phase 3 Sekunden, für Konzentrische Phase beide Beine brauchen.

2 Minuten Pause zwischen den Sets, zwischen den beiden Übungen 5 Minuten Pause.

Progression Rucksack mit Gewicht

Schmerz während der Übung ist bis 50mm auf der VAS erlaubt, muss jedoch bis zu nächsten Trainingseinheit wieder weg sein

Bildquelle: <https://www.wattpad.com/v43d46380-workouts-sports-treppenübungen-erklärung>

Pro:

- Einfache Ausführung der Übung
- Keine zusätzlichen Geräte nötig
- Wiederholungszahl und Serien bleiben stets gleich

Contra:

- Gute Compliance bezüglich Schmerzeinschätzung nötig

2. Geeignet für Training im Fitness

In-Season Training für sofortige und kurzfristige Schmerzlinderung bei Patella-Sehnen-Tendinopathie²

4x wöchentlich trainieren, für 4 Wochen.

Isometrisch

Leg-Extension Maschine	Leg-Extension Maschine
5x 45 Sekunden Hold bei 80% des MIVC	4x 8 Wiederholungen mit 80% des 8 Repetition Maximum

1 Minute Pause zwischen den Sets	4 Sekunden exzentrische und 3 Sekunden konzentrische Phase 1 Minute Pause zwischen Sets
----------------------------------	--

Hold bei 60° Knieflexion	Bewegungsausmass zwischen 10° - 90° Knieflexion
Audiogerät mit Metronom für Tempovorgabe und verbaler Instruktion für Pausen Konzentration	Audiogerät mit Metronom für Tempovorgabe und verbaler Instruktion für Pausen Konzentration
2.5% mehr Gewicht als Progression	2.5% mehr Gewicht als Progression

Bildquelle: <https://www.ebay.com/itm/Infliht-Multi-Leg-Extension-Leg-Curl-Machine-CT-MEC-/123384573242>

Pro:

- Einfache Ausführung der Übung
- Keine grosse Ausweichbewegung möglich
- Wiederholungszahl und Serien bleiben stets gleich

Contra:

- Braucht eine Leg-Extension-Maschine
- Instruktion bezüglich Bewegungsausmass notwendig
- Audiogerät zur Taktangabe von Vorteil
- Messungen bezüglich MIVC und 8 Repetitionen Maximum notwendig

Alternative isotonisches Training: Betroffenes und nicht betroffenes Bein abwechselnd trainieren, 15 Sekunden Pause, wenn beide Beine trainiert wurden. Gleiche Anzahl Wiederholungen und Serien⁴.

Bachelorarbeit von Ursina Dubs und Tim Walther, ZHAW Institut für Physiotherapie, 2020

3. Geeignet für Therapie mit engmaschiger Betreuung

Trainingsprogramm für 12 Wochen. Für Patella-Sehnen-Tendinopathie geeignet³.

Heavy Slow Resistance (HSR)

- Power Rack
- Leg Press
- Hack Squat Maschine
- Woche 1: 15 Whd mit 4 Sets
- Woche 2 und 3: 12 Whd mit 4 Sets
- Woche 4 und 5: 10 Whds mit 4 Sets
- Woche 6 bis 8: 8 Whd mit 4 Sets
- Woche 9 bis 12: 6 Whd mit 4 Sets

Das Training wird an 3 Tagen die Woche ausgeführt

Exzentrische Phase 3 Sekunden, konzentrische Phase 3 Sekunden, Gesamt Zeit 6 Sekunden.

2-3 Minuten Pause zwischen den Sets, zwischen den jeweiligen Übungen 5 Minuten Pause.

Schmerz während des Trainings ist erlaubt, darf jedoch nicht schlimmer werden nach Beendigung des Trainings.

ROM bis 90° Flex

Bildquelle:
https://www.bodysolid.com/home/free_weights/power_racks

Bildquelle:
<https://www.hudsonsteelco.com/product/presshack-squat-station/>

Pro:

- Tendenziell einfachere Übungen, welche nur wenige Ausweichbewegungen zulassen.

Contra:

- Braucht gute Instruktion bezüglich Anzahl Wiederholungen, da sie von Woche zu Woche ändert
- Instruktion bezüglich Bewegungsausmass nötig
- Braucht spezifische Fitnessgeräte
- Audiogerät zur Taktangabe von Vorteil

Trainingsprogramm für 12 Wochen. Für Achilles-Sehnen-Tendinopathie geeignet⁵.

Heavy Slow Resistance (HSR)

- Calfrises in der Seated Calfrises Maschine
- Calfrises mit dem Vorfuß auf einer Gewichtsscheibe
- Calfrises in der Legpress mit gestreckten Beinen
- Woche 1: 15 Whd mit 3 Sets
- Woche 2 und 3: 12 Whd mit 4 Sets
- Woche 4 und 5: 10 Whd mit 4 Sets
- Woche 6 bis 8: 8 Whd mit 4 Sets
- Woche 9 bis 12: 6 Whd mit 4 Sets

Das Training wird an 3 Tagen die Woche durchgeführt

Exzentrische Phase 3 Sekunden, Konzentrische 3 Sekunden,
Gesamt Zeit 6 Sekunden

2-3 Minuten Pause zwischen den Sets, zwischen den
jeweiligen Übungen 5 Minuten Pause.

Progression Wöchentlich, falls Patient dies toleriert

Schmerz während der Übung ist bis 50mm auf der VAS
erlaubt, muss jedoch bis zu nächsten Trainingseinheit wieder
weg sein

Bildquelle:

<https://www.ebay.com/itm/Xmark-Fitness-XM-7813-Heavy-Duty-Seated-Calif-Raise-/121552286514>

Bildquelle:

<https://www.gleichfitness.com/inflight-seated-leg-press-calif-raise-machine/>

Pro:

- Einfache Ausführung der Übungen, kaum Ausweichbewegungen möglich

Contra:

- Braucht gute Instruktion bezüglich Anzahl Wiederholungen, da sie von Woche zu Woche ändert
- Spezifische Trainingsgeräte nötig
- Audiogerät zur Taktangabe von Vorteil

Referenzen

¹Young et. al (2015), ² Rio et. al (2017), ³ Kongsgaard et. al (2009), ⁴ van Ark et. al (2016), ⁵ Beyer et. al (2015)

Bachelorarbeit von Ursina Dubs und Tim Walther, ZHAW Institut für Physiotherapie, 2020